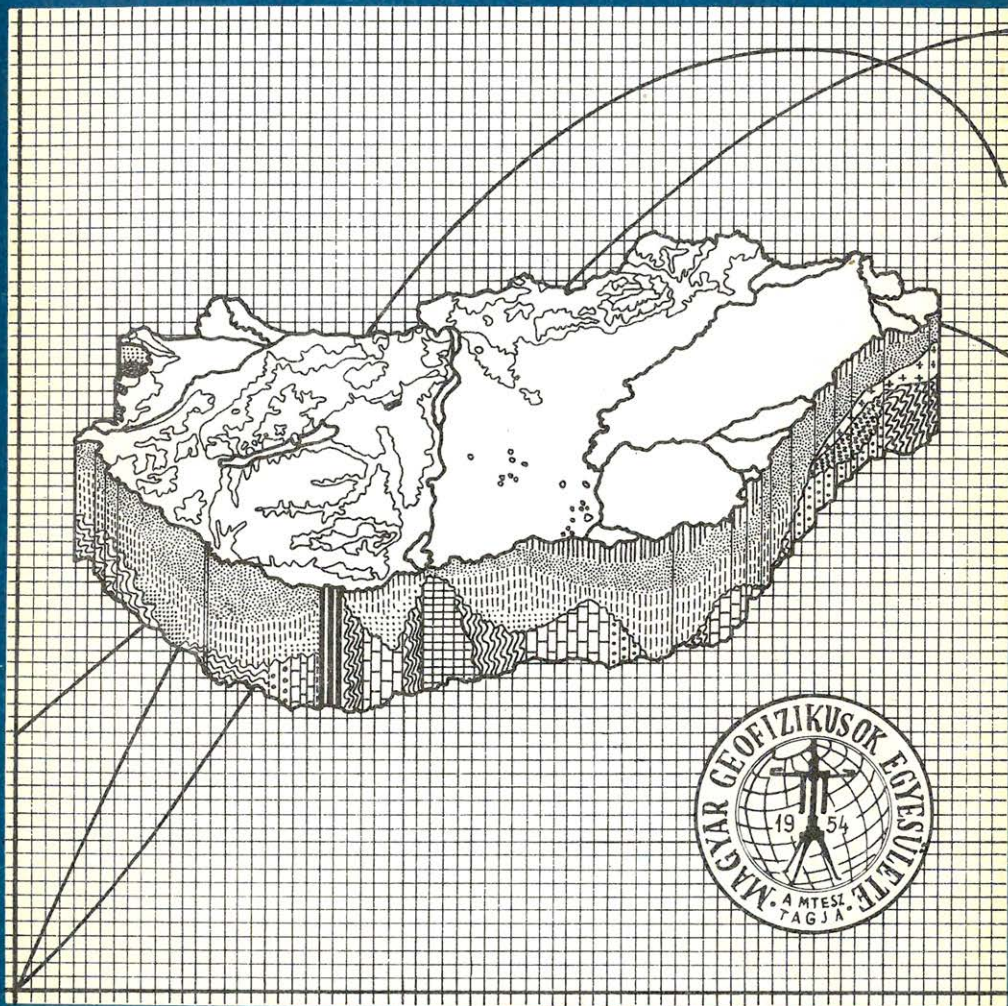


MAGYAR

GEOFIZIKA

6

Szidonka



A MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE FOLYÓIRATA
BUDAPEST, 1979. XX. ÉVFOLYAM, 6. SZÁM

TARTALOMJEGYZÉK

<i>Bodoky Tamás, Rumpler János, Halmos Péter, Apor László: A vibrátor—talaj rendszer rezonanciajelenségei</i>	201
<i>Fabiáncsics L., Papp J., B. Szabó L.: Magyarországi eocénkorú barnakőszén medencék komplex mélyfúrási geofizikai kutatása</i>	211
<i>Csókás J., Gyulai Á., Molnár D.: Tektonikai prognózistérképek készítése geoelektromos telepszondázás módszerével</i>	219
<i>Egerszegi Pál: Bányabeli geoelektromos mérések felhasználása a bányamérnöki gyakorlatban</i>	228
<i>Egyesületi hírek</i>	210, 227
<i>Lapszemle, könyvzemle</i>	240

Főszerkesztő: Dr. Sebestyén Károly, a MGE társelnöke

Szerkesztő bizottság: Dr. Bencze Pál, Dr. Bodoky Tamás, Czeglédi István, Deres János, Gerzson István, Dr. Horváth Ferenc, Hursán László, Lakatos Sándor, Marton Tibor, Dr. Posgay Károly, Rádler Béla, Tóth Géza, Dr. Tóth Péter

Szerkesztőség címe: Budapest VI., Anker köz 1. 1368 félemelet 17. Postafiók 240

A vibrátor—talaj rendszer rezonanciajelenségei

BODOKY TAMÁS*, RUMPLER JÁNOS**, HALMOS PÉTER*,
APOR LÁSZLÓ*

A szerzők a vibroseis módszer jelgerjesztési problémakörébe tartozó rezonanciajelenségek egyikét, a vibrátor—talaj kényszerrezgő rendszer rezonanciáját vizsgálják. E vizsgálat keretében egy egyszerű elméleti modelltől kiindulva számítják a Klauder-waveletnek a rezonancia következtében fellépő torzulásait. E rezonanciákat terepi mérésekkel kimérik, majd hatását konkrét mérési anyagok felhasználásával próbálják meg értelmezni.

Авторы обосновывают одно из резонансных явлений, связанных с возбуждением колебаний в вибросейсмическом методе, а именно, резонанс системы с принудительными колебаниями системы вибратор-грунт. Исходя из простой теоретической модели вычисляются искажения Клаудерской волны, происходящие за счет резонанса. При помощи полевых наблюдений эти резонансы измеряются, а затем, с использованием конкретных данных наблюдений, делаются попытки дать их истолкование.

The authors are discussing one of the resonance phenomena as related to the problems of vibroseis signal generation. Resonance of the vibrator-ground forced oscillating system has been investigated. Using theoretical models distortions of the Klauder wavelets due to resonance were calculated. This phenomenon has also been measured under field conditions and the results were interpreted in view of the field data.

A Vibroseis® eljárással foglalkozó szakirodalom általában a vibrátoros rengekeltetés 1. ábránkon bemutatott egyszerű modelljéből indul ki. Feltételezi, hogy a vibrátor által keltett jel a következő egyenletekkel írható le, illetve közelíthető

$$\begin{aligned}x &\approx \frac{1}{\omega_i} A \sin \left(\omega_1 t + \frac{k}{2} t^2 \right) \\V &= \frac{dx}{dt} = A \cos \left(\omega_1 t + \frac{k}{2} t^2 \right) \\a &= \frac{d^2 x}{dt^2} \approx -\omega_i A \sin \left(\omega_1 t + \frac{k}{2} t^2 \right)\end{aligned}\quad (1)$$

ha $0 \leq t \leq T$, egyébként $x = v = a = 0$

ahol x a részecske elmozdulása

v a részecske sebessége

a a részecske gyorsulása

ω_1 a „sweep” kezdőfrekvenciája

t az idő

T a „sweep” hossza

k a frekvencia időegység alatt történő változása

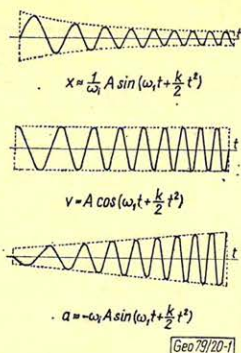
$\omega_i = \omega_1 + kt$ a „sweep” pillanatnyi frekvenciája

$A = \text{const.}$

* ELGI

** OKGT Geofizikai Kutató Vállalat

® Trademark of CONOCO

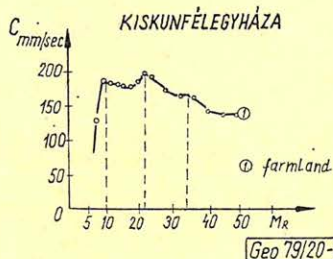
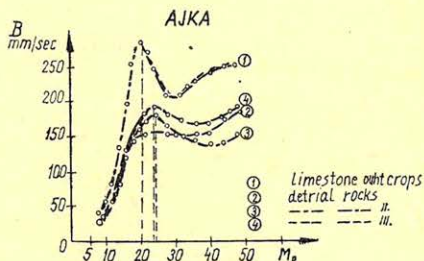
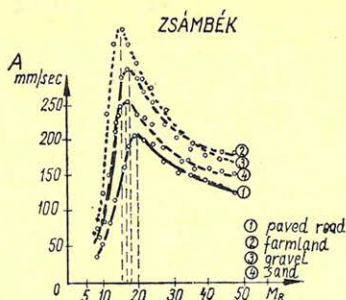


Geo 79/20-1

1. ábra. A vibroseiz jel elméleti modellje

Рис. 1. Теоретическая модель вибросейсмического сигнала

Fig. 1. Theoretical sweep model



Geo 79/20-2

2. ábra. Monofrekvenciás sebessége amplitúdómérés a vibrátor alaplmezen

Рис. 2. Результаты измерения амплитуды скорости на одной частоте на плите основания вибратора

Fig. 2. Monofrequency velocity amplitude measurement on vibrator baseplate

A vibrátor által gerjesztett jelnek az (1) egyenletekkel történő leírása hallgatólagosan feltételezi azt, hogy a reakcióerőt szolgáltató tömeg illetve a talplemez elmozdulása a jelgerjesztés során a frekvenciától függetlenül egyedül a gerjesztő erő nagyságától függ. Más szóval feltételezi a tömeg és a talplemezzel együtt rezgő tömeg arányának frekvenciafüggetlenségét.

A vibroseiz eljárással végzett méréseink során azonban ismételtelen olyan jelenségekkel találkoztunk, amelyek a fenti kép alapján nem magyarázhatók és arra utaltak, hogy az (1) egyenletek még közelítő formában sem igazak.

A kérdés vizsgálatára méréseket végeztünk több különböző jellegű területen úgy, hogy az egységesen beállított meghajtó erő változtatása nélkül mértük a tömeg és a talplemez sebesség amplitúdó értékeit különböző frekvencia értékek mellett.

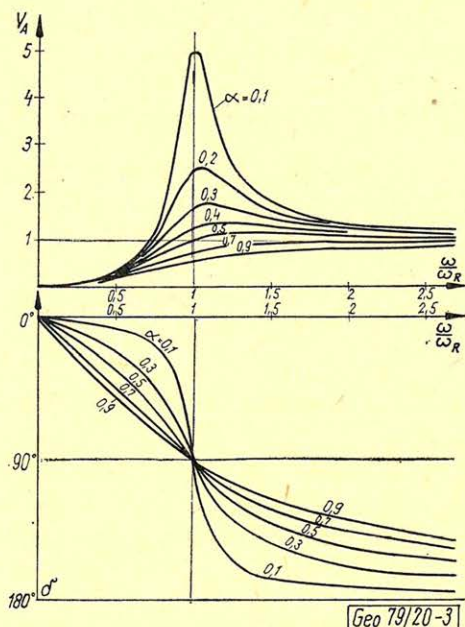
A talplemezen mért sebesség amplitúdó-frekvencia függvényt a gerjesztett „sweep” mérésekből meghatározott burkolójának tekinthetjük. 2. ábránkon három különböző területen végzett mérés eredményeiből azokat a sebesség amplitúdó görbéket mutatjuk be, amelyeket a talplemezen a frekvencia függvényében határoztunk meg.

Az ábra görbéi az (1) egyenletek alapján várható négyszög függvény alakú burkolótól alapvetően különböznek, határozottan frekvencia függőek és igen erős rezonanciacsúcsok jelentkeznek rajtuk.

Az A diagram görbéin, amelyet az agyagos kötött talajú zsámbéki dombvidéken mértünk 15–17 Hz között jelentkezik egy igen erős rezonanciacsúcs. Figyelemre méltó ennek a rezonanciacsúcsnak a burkolt műúton mért 1. görbén látható eltolódása.

A B diagram 1. görbéjét Ajka környékén mészkő kibúvásban mértük, ezen 20–21 Hz körül jelentkezik erős rezonancia, a 2–4 görbék törmeléken talajon készültek, egy helyen háromszor ismételve a mérést. A mérések során bekövetkező talajtömörödés a görbék tanúsága szerint csökkentette a csillapítást.

A legérdekesebb képet a C diagram igen laza ingoványos talajon mért kis-kunfélegyházi görbéje mutatja. Itt a rendkívül alacsony 10–12 Hz-es rezonancia frekvencia felharmónikusainál is rezonanciára utaló jelleg figyelhető meg.



3. ábra. Kényszerrezgő rendszer elméleti amplitúdó és fázisdiagramja

Рис. 3. Теоретические амплитудные и фазовые характеристики системы, совершающей вынужденное колебание

Fig. 3. Theoretical amplitude and phase diagram of a resonance system

Mérési eredményeink alapján megállapítottuk, hogy a jelgerjesztés hatására kényszerrezgést végző talaj–vibrátor rendszerek olyan rezgő rendszerek, amelyeknek rezonancia frekvenciái a hasznos szeizmikus frekvenciasáv belsejébe esnek. Az ilyen rezgő rendszereket saját frekvenciájuk és csillapításuk jellemzi, ezen paraméterek segítségével számíthatók amplitúdó és fázis karakterisztikáik. 3. ábránk a kényszerrezgést végző rendszerek elméletileg számítható amplitúdó és fázis karakterisztikáit ábrázolja.

Az amplitúdó karakterisztika az (1) egyenleteknek megfelelő gerjesztés esetén a valóban kisugárzott „sweep” burkolóját, a fázis karakterisztika pedig az

(1) egyenletnek megfelelő „referencia sweep”-hez képest fellépő fázistolását határozzák meg.

A talaj – vibrátor rezgő rendszer sebesség amplitúdó és fáziskarakterisztikáit a következő egyenletek adják.

$$A_R = \frac{A \omega_i}{\sqrt{(\omega_R^2 - \omega_i^2)^2 + 4\alpha^2 \omega_i^2 \omega_R^2}}$$

$$\delta = \arctg \left(\frac{2\alpha \omega_i \omega_R}{\omega_R^2 - \omega_i^2} \right) \quad (2)$$

ahol A_R a sebesség amplitúdója
 δ a fázis tolás
 ω_R a rezonancia frekvencia
 és α a csillapítás.

A (2) összefüggéseket az (1) egyenletek megfelelő változóinak helyére beírva kapjuk egy fázis kompenzálatlan rendszer által indított „sweep” valódi alakját.

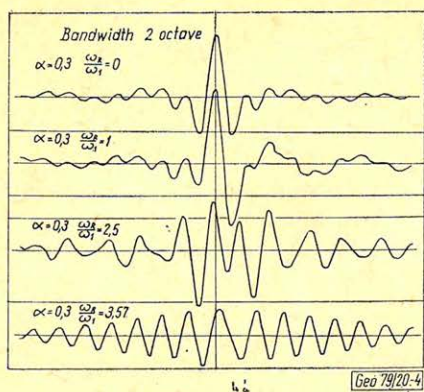
$$V_R = A_R \cos \left(\omega_1 t + \frac{k}{2} t^2 + \delta \right) \quad (3)$$

Az induló sweep torzulásainak megfelelően megváltozik a korrelációs wavelet alakja is. A korreláció során a korrelált függvények amplitúdó spektrumai össze-szoródnak egymással, a fázisspektrumok kivonódnak egymásból. Így a „referencia sweep” közelítően konstans amplitúdó-spektruma miatt a korrelációs wavelet amplitúdó-spektrumát a rezgő rendszer amplitúdó-karakterisztikája határozza meg, míg fázisspektruma a két „sweep” fáziskülönbségét megszabó fáziskarakterisztika által determinált.

A rezonancia hatásának vizsgálatára kiszámítottuk a korrelációs waveletek alakját különböző rezonancia-frekvenciákat, 0,3 csillapítást és 2 oktáv sávszélességet tételezve fel. A számítás eredményeként kapott waveleteket a 4. ábra mutatja be. Az ábrán a legfelső wavelet a rezonanciamentes esetet jelenti, azaz az itt látható wavelet a „referencia sweep” autokorrelációs waveletje. Ehhez hasonlítva a többi waveletet megfigyelhető, hogy az alacsony rezonancia frekvenciáknál a fázistolások miatt határozottan megnőnek a waveletek mellék maximumai, ami a korreláció jel-zaj viszonyának romlását jelenti. A rezonancia frekvencia növekedésével az amplitúdó karakterisztika alulvágó jellegének sávszélesség csökkentő hatása még erőteljesebbé teszi ezt a torzulást, annyira, hogy a sweep középfrekvenciájával egyező rezonancia frekvencia esetén már nem is jelölhető ki egyértelműen a wavelet főmaximuma.

A jeltorzulások mértékének számszerű vizsgálatára az autokorrelációs wavelet látszólagos periódushosszának megfelelő csúszó ablakot használva számítottuk a waveletek átlag energiáját. A számítások eredményeit a főmaximumra kapott értékre vonatkoztatva dB skálában ábrázoltuk az 5. ábrán. Az ábra jól szemlélteti a korrelációs jel-zaj viszonyának a rezonancia frekvencia növekedésével bekövetkező romlását.

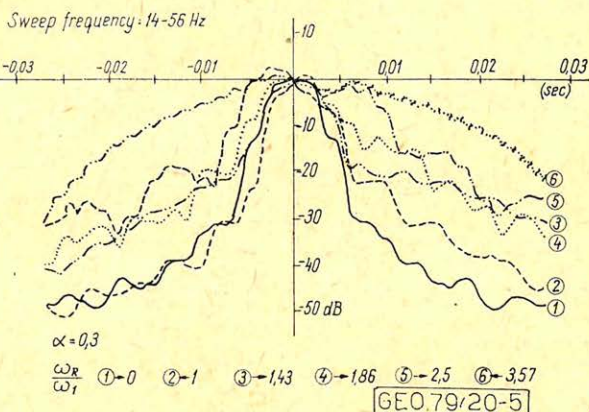
Hasonló számításokat végeztünk a csillapítás hatásának vizsgálatára is. A 6. ábrán bemutatott wavelet sorozat alapján megállapítható, hogy a csillapításnak számottevő hatása egyedül az amplitúdóra van, a wavelet alakját és fő-illetve mellék maximumainak arányát alig érinti. Ezekre a waveletekre is elvégeztük az energia futó átlagának számítását ezt a rezonanciamentes autokorre-



4. ábra. Két oktávós Klauder wavelet modellszámítás, $\alpha = 0,3$ csillapítás, és változó rezonancia-helyek mellett

Рис. 4. Моделирование волны Клаудера шириной двух октав, при затухании $\alpha = 0,3$ и при различных резонансных частотах

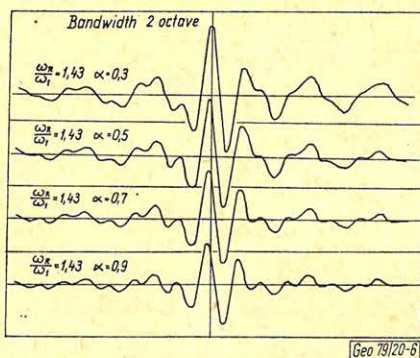
Fig. 4. Model computation for two octave Klauder wavelet with $\alpha = 0,3$ damping and changing resonance places



5. ábra. A 4. ábra waveletjeihez tartozó átlagenergia számítás

Рис. 5. Средняя интенсивность сигналов, представленных на рис. 4.

Fig. 5. Average energy computation for wavelets in Fig. 4.



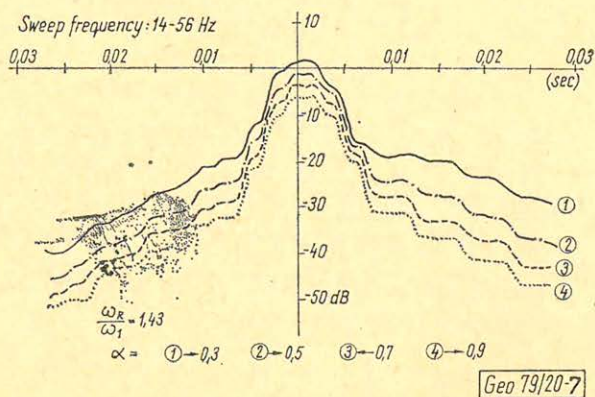
6. ábra. Két oktávós Klauder wavelet modellszámítás rögzített rezonanciahely és változó csillapítás mellett

Рис. 6. Моделирование волны Клаудера шириной двух октав при заданной резонансной частоте и изменяющемся затухании

Fig. 6. Model computation for two octave Klauder wavelet with stationary resonance place and changing damping

lációs wavelet csúcsára vonatkoztatva a 7. ábrán ábrázoltuk. A görbék közép-ponti és a középponttól távolabb mutatott értékeit összehasonlítva az derül ki, hogy a növekvő csillapítással javul a korrelációs jel – zaj viszony különösen a pozitív oldalon. Ez érthető is, hiszen nagy csillapításnál eltűnnek a rezonancia-csúcsok és a „sweep” burkolójának alakja közeledik az (1) egyenlet által feltételezett alakhoz.

A bemutatott mérési és számítási eredmények után hangsúlyoznunk kell, hogy a monofrekvenciás mérések a mérés természetéből adódóan, a számítások pedig a kompenzáció figyelmen kívül hagyása miatt fáziskompenzálatlan rezgő rendszerekre vonatkoznak. Vibrátoraink vezérlése ezzel szemben visszacsatoláson alapuló fáziskompenzációt alkalmaz. Ez a tény szükségessé tette, hogy üzemi körülmények között gerjesztett „sweep”-eken is elvégezzük a vizsgálatokat.



7. ábra. A 6. ábra waveletjeihez tartozó átlagenergia számítás

Рис. 7. Средняя интенсивность сигналов, представленных на рис. 6

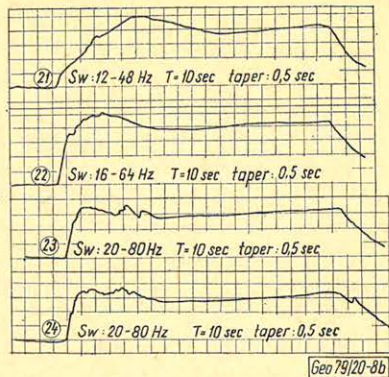
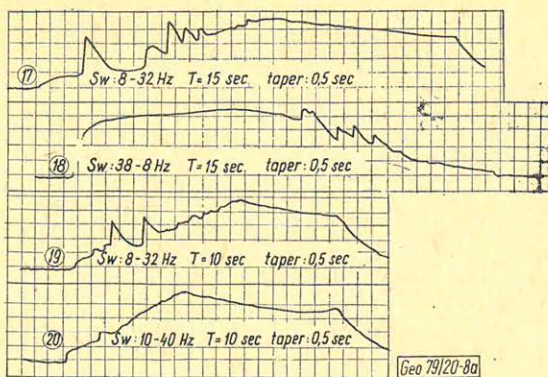
Fig. 7. Average energy computation for wavelets in Fig. 6.

Ezeket a méréseket a monofrekvenciás mérésekkel azonos helyen végeztük el. A különböző méréssorozatok közül az ajkai területről két különböző talajon, valamint a kiskunfélegyházi területen kapott adatokat mutatjuk be.

A 8.a és 8.b ábrák az ajkai területről származnak. A sweep paramétereket is az ábrán tüntettük fel. A regisztrált görbék az alaplemez sebességével arányos kitérést mutatnak az idő függvényében. A rezonanciahelyeket az ábrákon megjelöltük. A rezonancia az alkalmazott sweep-paraméterektől függetlenül 23 Hz körül van. Ez egyezik a monofrekvenciás mérés eredményével. A rezonanciahelyen a sebességamplitúdó a környezetéhez viszonyítva 1,3-szeresre nő.

A 9.a és 9.b ábrák a Kiskunfélegyháza környéki mocsaras területről származó méréseredményeket mutatják. A monofrekvenciás mérésekkel egyezően itt is egyértelműen mutatkozik az alprezonancia valamint ennek első, sőt második felharmónikusa is. A rezonanciák 9,5–19,8 és 40,6 Hz értékeknél találhatók. E helyeken a sebességamplitúdó növekedése a rezonancia mentes helyekhez viszonyítva 1,1–1,5-szeres.

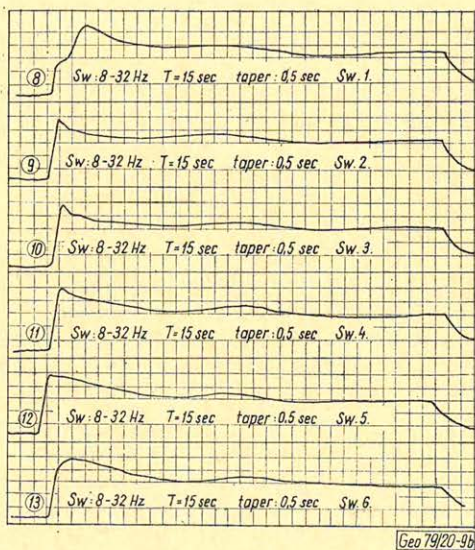
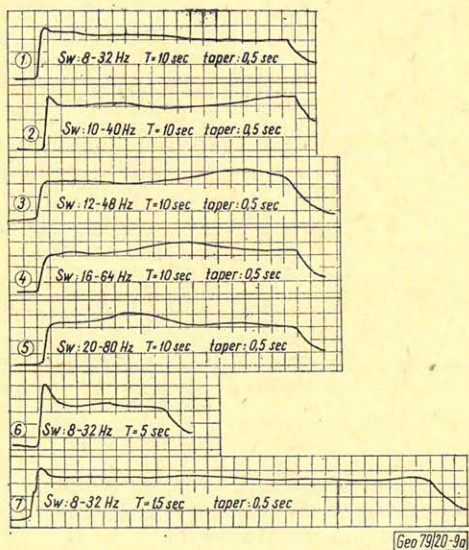
A rezonanciahelyek, valamint a sebesség amplitúdó növekedése itt is függetlenek az alkalmazott sweep paraméterektől, s a talajtömörítés mértékétől.



8. ábra. (a, b) Vibrátor alapelemezen végzett sebesség amplitúdó mérés különböző sweep paraméterek mellett (ajkai terület)

Рис. 8. (а, б) Результаты измерения амплитуды скорости на плите основания вибратора при различных параметрах свипа (район Айка)

Fig. 8. a, b Velocity amplitude measurement with various sweep parameters on vibrator plates (Ajka region)



9. ábra. (a, b) Vibrátor alapelemezen végzett sebességamplitúdó-mérés különböző sweep paraméterek mellett (kiskunfélegyházi terület)

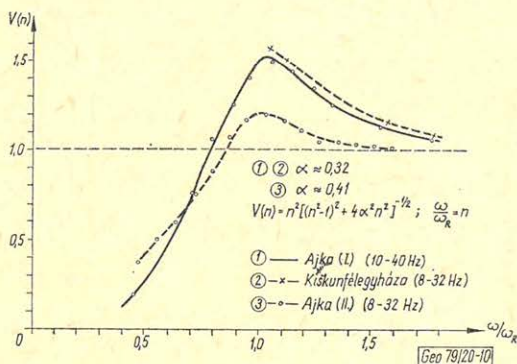
Рис. 9. (а, б) Результаты измерения амплитуды скорости на плите основания вибратора при различных параметрах свипа (район Кискунфеледьхазы)

Fig. 9. a, b Velocity amplitude measurement with various sweep parameters on vibrator plates (Kiskunfélegyháza region)

A mérési adatokból megszerkeszthető az átviteli diagram. Ez látható a 10. ábrán.

A mérési adatokból két görbére $\alpha \approx 0,32$, egy görbére pedig $\alpha \approx 0,41$ relatív csillapítás adódott.

Mindezekből egyértelműen következik, hogy a vibrátor – talaj-együttes egy kényszerrezgő rendszert alkot. Eddigi mérési tapasztalataink azt mutatják, hogy a rendszer csillapítása kisebb a kritikusnál. Így a rezonanciahelyek környezetében a csillapítatlanság mértékétől függő jelkiemelés történik. Ez akkor is igaz, ha a



10. ábra. A 8. és 9. ábrák adataiból meghatározott átviteli diagram

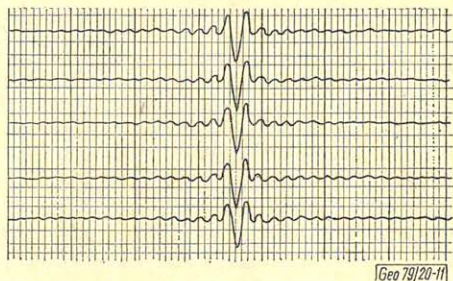
Рис. 10. Характеристика, определенная по данным рисунков 8 и 9

Fig. 10. Response diagram determined by data on Figs. 8. and 9.

11. ábra. Vibrátor similarity mérés

Рис. 11. Проверка подобия вибраторов

Fig. 11. Vibrator similarity test



tényleges üzemi körülmények között a gerjesztő erő frekvenciája folyamatosan változik és a gerjesztés során fáziskompenzációt alkalmazunk.

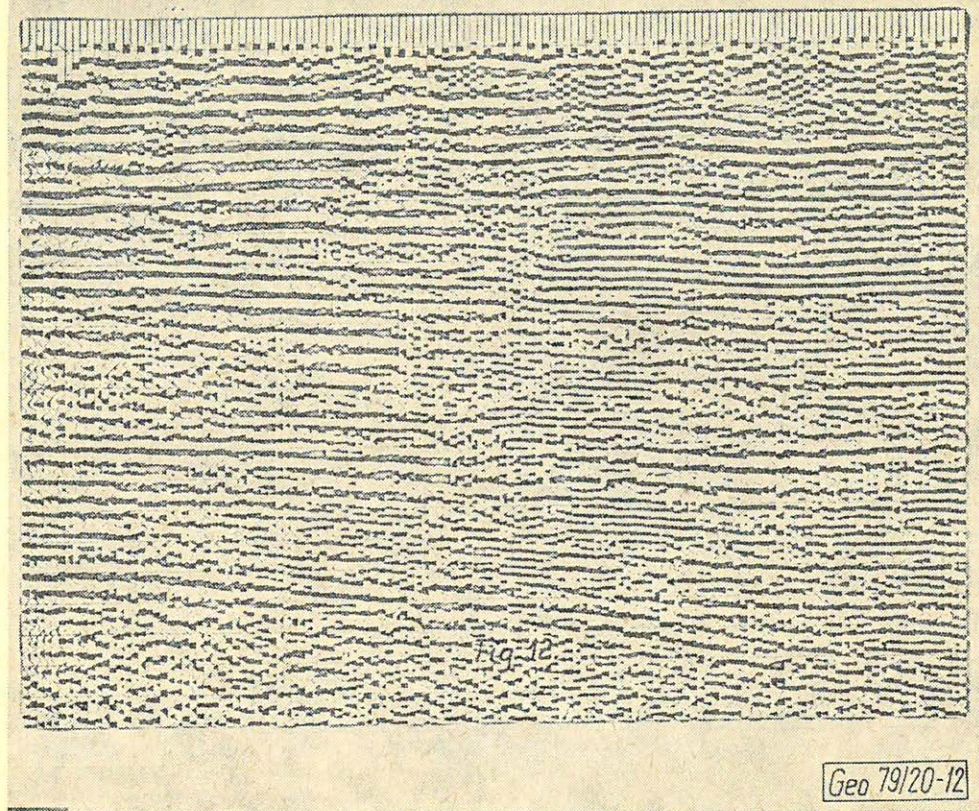
Ugyanakkor a rezonanciafrekvenciánál kisebb gerjesztő frekvenciák esetén pedig minimum 12 dB/oktáv vágással kell számolnunk. Ez a tény a rezonanciahely két oldalán a talajba juttatott sebességamplitúdók aszimmetriáját hozza létre.

E tényezőknek a Klauder waveletre gyakorolt hatásait a modellszámításokkal – fáziskompenzáció nélküli esetre – az előzőekben már bemutattuk.

További gyakorlati példa a rezonancia létezésére a 11. ábrán látható, mely egy rádiós similarity mérést mutat. A beszabályozott vibrátoron a fáziskompenzáció ellenére a keresztkorrelációs wavelet aszimmetrikus marad.

A vibrátor – talaj rendszer rezonanciájának kísérleti bizonyítása után átvizsgáltunk egy sor vibroszeizmikus időszelvényt, keresve a modellszámításokkal vizsgált hatásokat. Az időszelvények jelentős részénél szembevetendő, a rezonanciával összefüggésbe hozható wavelet torzulásokat nem találtunk.

A szelvények egy másik csoportjánál a waveletek képe szakaszosan változott. Egy ilyen szelvényszakaszt mutat be a 12. ábra.



12. ábra. Vibroszeiz időszelvény részlet

Рис. 12. Отрезок вибросейсмического временного разреза

Fig. 12. Vibroseis time section (partial)

Jól látható a szelvény két oldalán a hullámkép jellegében mutatkozó különbség. A bal oldalon alacsonyabb, a jobb oldalon magasabb látszólagos frekvenciájú reflexiók szintek figyelhetők meg. A mélyföldtani kép ezt a változást nem indokolja. A szelvény jobb oldalán a rezonancia okozta jel/zaj viszony romlás, valamint a jelenergiának a mellékmaximumokra való áthelyeződése figyelhető meg.

Összegezve fentieket megállapítható, hogy

- a vibrátor – talaj együttes kényszerreztető rendszert alkot, melynek az alaplamezzel együttreztető felszínközeli összlet sajátosságaitól függő rezonanciafrekvenciája és csillapítási értéke van;
- a rezonanciafrekvencia eddigi tapasztalatok szerint a hasznos szeizmikus hullámsávba esik,
- a rendszer csillapítása kisebb a kritikuskál,
- ez a rezonancia a Klauder waveletet torzítja, a torzítás jellegét és mértékét a rezonanciahelynek a sweep-en belüli helyzete és a csillapítás szabja meg.

Ezért a vibroszeiz jel tervezésénél az eddigi, általánosan ismert szempon-
tokon túl a rezonancia hatását is figyelembe kell venni.

IRODALOM

1. Crawford, J. M., Doty, W. E. N., and Lee, M. R.: Continuous signal seismograph. Geophysics, Vol. 25. No. 1. February 1960.
2. Seriff, A. J. and Kim, W. H.: The effect of harmonic distortion in the use of vibratory surface sources. Geophysics, Vol. 35. No. 2. April 1970.
3. Fatl, J. P., Grau, G., and Laverne, M.: Seismograph coupling with the ground. Geophysical Prospecting, Vol. 10. No. 2. June 1962.
4. Robert Van Nostrand (editor): Seismic filtering. 1971. Chapter 8. J. Cassand and M. Laverne: Seismic emission by vibrators.

Egyesületi hírek

Az Európai Geofizikai Társaság hatodik összejövétele Bécsben, 1979. szeptember 11 – 14-ig.

A csak néhány évvel ezelőtt alakult EGS (European Geophysical Society) tevékenysége egyre szélesedő és az évi összejövetelek iránti érdeklődés évről évre fokozódik. Az idei, Bécsben tartott konferencia szakember-résztvevőinek száma meghaladta az ötszázat. A kongresszusi beszámoló résztvevőjegyzékének elején 33 ország nevének kezdőbetűi vannak felsorolva Ausztriától Jugoszláviáig, és nemcsak Európából, hanem számos tengerentúli országból (USA, Ausztrália, Új-Zéland, India, Irak, Kanada, Argentína, Izrael, Japán, Törökország) is jöttek résztvevők. A kelet-európai országokból Csehszlovákiát 3, Lengyelországot 4 szakember képviselte, az NDK-ból Faselau professzor volt jelen. A magyar résztvevők száma – a szimpózium alatt összeállított hivatalos jegyzék szerint – 12 volt.

A konferenciát a Műegyetem helyiségeiben rendezték (Wien, Gusshausstrasse 27.) a Belváros közvetlen közelében; itt mindenféle tevékenység (regisztrálás, előadások, kávézás, kiállítás stb.) számára elegendő helyiség állott rendelkezésre. A program-kiadvány jó térképes eligazítást tartalmazott a résztvevők tájékozására, mely a környéki hoteleket is jelezte.

Ismeretes, hogy az EGS tudományos érdeklődési köre a legáltalánosabb értelemben vett „tiszta” geofizika egész területét átfogja. (Az alkalmazott geofizika művelése, mint tudjuk, külön egyesülés, az EAEG feladatkörében foglal helyet.) Ennek megfelelően a konferencia tudományos programja rendkívül változatos és szétágazó képet mutatott. A mintegy 450 bejelentett előadás 14 „szimpóziumra”, egy „munkaülésre” és több „külön nyílt ülésre” oszlott szét. Arra is lehetőséget adtak kisebb csoportoknak, hogy a helyben szervezett szakmai megbeszélésekre helyiséget és alkalmat kaphassanak. A Nemzetközi Szeizmológiai Központ Végrehajtó Bizottsága a Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik épületében ülésezett, és még több más bizottsági ülést is lebonyolítottak a konferencia folyamán vagy ahhoz csatlakozva. Fiatal résztvevőknek, akik előadást jelentettek be, anyagi jutalmakat adtak költségeik fedezésére. A 15 ilyen jutalmazott között magyar is volt (László I. a Légműfizikai Intézetből).

A konferencia tudományos anyagát kellően jellemezhetnénk, ha elmondanánk mind a 14 szimpózium tárgyát, amire itt nincs helyünk. Egyet-kettőt azért megemlítnék tájékozódásul. Az 1. tárgya: Nagy amplitúdójú hullámok az űrplazmában. A 4-é: A napszél szerkezete – elmélet és észlelés. A 7-é: Geofizikai hidrodinamika és meteorológia. A 9-é: Elektromágneses szondázások a kéregben és a felső-köpenyben. A 10-é: Tektonikus feszültségek az Alpi-Mediterrán régióban. A 12-é: A geoid és a földi gravitációs tér.

A magyar résztvevők 12 előadást tartottak, de magyar vonatkozású tárgya és a szerző magyar kapcsolata folytán ide sorolhatjuk Mosto Omoha-nak a Kárpát-ívvvel foglalkozó előadását is. Magyar résztvevők (Stegena, Horváth) szerepeltek, mint szakülés-elnökök is.

Az egyidejűleg rendezett kiállításon főként könyvek szerepeltek, jóformán valamennyi nemzetközi hírű kiadó részvételével.

A szórakoztatásról számos bécsi és Bécs környéki vezetéses kirándulás és fogadás gondoskodott. A nagy tanulmányi kirándulásra a konferencia bezárását követő napon, szombaton került sor. Ez az egész napot igénybe vevő kirándulás a bécsi erdőbe és a Keleti-Alpokba vezetett, és célja ezek takarékos-szerkezetének bemutatása volt.

A konferenciával kapcsolatban összeült a jövő évi budapesti ülés rendező bizottsága is a magyar helyi rendezők részvételével, hogy a szükséges előkészítő intézkedéseket megbeszéljék. A magyar résztvevők számára a rendkívül sikeres és jól rendezett bécsi ülés bizonyára hasznos tanulságokkal szolgált és elősegítette a jövő évi ülés hasonló minőségű megszervezésének és lebonyolításának biztosítását.

T. G.

Magyarországi eocénkorú barnakőszén medencék komplex mélyfúrási geofizikai kutatása

FABIÁNCICS LÁSZLÓ* – PAPPJENŐ* – B. SZABÓ LÁSZLÓ**

A mányi és a nagygyézházi barnakőszén medencékben összesen 370 db kutatófúráásban történt geofizikai szelvényezés. Mindkét kutatási területre jellemző, hogy a triász aljzat felett — az ún. áthalmazott dolomit összletben — ipari felhasználásra alkalmas bauxit telepek is találhatóak.

A két terület részletes fázisú kutatásáról összefoglaló geofizikai jelentés is készült, ezenkívül külön jelentés tárgyalta a területen mélyült aknaszelvény-fúráások laboratóriumi adatokkal összevetett geofizikai eredményeit.

Az előadás ismerteti a geofizikai korrelációval elért eredményeket, ezeknek a földtani szerkezet meghatározásában való szerepét, amely különösen jelentős a nem magfúrással végzett felső szakaszokon.

A nyersanyag-telepek (kőszén és bauxit) geometriai adatainak meghatározásában (vastagság, réteghatárok) a geofizika egyértelmű adatokat szolgáltat, a telepek minőségének meghatározása még kvalitatív jellegű volt, ezzel kapcsolatban a szerzők hangsúlyozzák a minőségi adatok (térfogatsúly — fűtőérték — hamutartalom) korrelációjának adott medencére történő megállapításának fontosságát.

A közetfizikai és laboratóriumi adatok korrelációjánál figyelembe kell venni mind a geofizikai mérések pontosságát befolyásoló körülményeket (pl. kavernásodás), mind a laboratóriumi mérések problémáit (pl. vizsgált minták kiszáradása).

Befejezésül az előadás vázolja a mérési komplexum és feldolgozás fejlesztésének követendő irányait.

На месторождения бурых каменных углей района Мань и Надьедьхазы промысловые геофизические работы были проведены всего в 370 скважинах. Для обоих разведочных районов характерно, что над триасовым основанием — в толще так назыв. перераспределенных доломитов — имеются промышленные залежи боксита.

О детальных разведочных работах, проведенных в обоих районах, составлен сводный отчет и, кроме того, в отдельном отчете изложены геофизические результаты, полученные в скважинах района, с лабораторными данными.

В докладе рассматриваются результаты геофизической корреляции, а также их значение в выявлении геологических структур, что особенно важно для верхних интервалов скважин, пробуренных не колонковым способом бурения. Для определения геометрических параметров (мощность, границы пластов) залежей полезных ископаемых (каменные угли и боксит) геофизика дает однозначные сведения, но в то же время определение качества залежей носит пока качественный характер. В связи с этим авторы подчеркивают важность корреляции данных о качестве (объемный вес, калорийность, содержание золы) по данному бассейну.

При корреляции данных о физических параметрах горных пород с лабораторными данными, необходимо учитывать как обстоятельства, влияющие на точность геофизических измерений (напр. кavernозность), так и проблемы, связанные с лабораторными анализами (напр. высыхание анализируемых образцов).

В заключение обсуждаются вопросы о дальнейших направлениях развития комплекса измерений и обработки данных.

Up to now some 370 geophysical exploration wells have been drilled in the brown-coal basins of Mány and Nagygyézháza. It is characteristic of both sites that above the Triassic basin floor — in the dolomite complex — bauxite deposits of industrial significance can be found.

A summarizing geophysical report about the exploration of both sites have been compiled, while a separate report treated the geophysical interpretation of these well-logs and compared them with laboratory data.

The lecture discusses the role of geophysical correlation in defining geological structures, being of special importance in the upper section where no core samples are available.

In defining the geometrical data (thickness, layer boundaries, etc.) of the raw-material deposits geophysics yields unambiguous data. The definition of quality of the deposits has been much more prob-

* Központi Bányászati Fejlesztési Intézet

** Orsz. Földtani Kutató és Fúró Vállalat

lematic, the authors however stress the importance of establishing the correlation of qualitative data (such as volume weight, calorific value, ash content) for any given site.

When checking the correlation of *in situ* and laboratory rock-physical data the well-known conditions effecting the accuracy of both geophysical and laboratory measurements have to be considered.

Finally, directions to be followed in the development of measurement and interpretation methods have been outlined.

A köszén mint nyersanyag és energiahordozó iránt megújult érdeklődés Magyarországon is a köszénkutatás fellendülését okozta az elmúlt években. Új bányák megnyitását tervezik, amelyek közül jelentősek lesznek a Nagygyeháza és Máty községek környékén megkutatott barnaköszén medencék. A két szomszédos, hasonló geológiai felépítésű barnaköszén medencében a befejeződött kutatások alapján összesen 200 millió tonna *eocénkorú barnaköszén* található. Növeli a lelőhely fontosságát, hogy a köszéntelepek alatt *bauxit telepeket* is kimutattak, amelyek a nagygyeházai medencében – több millió tonna műrevaló mennyiségben – szintén leművelésre kerülnek.

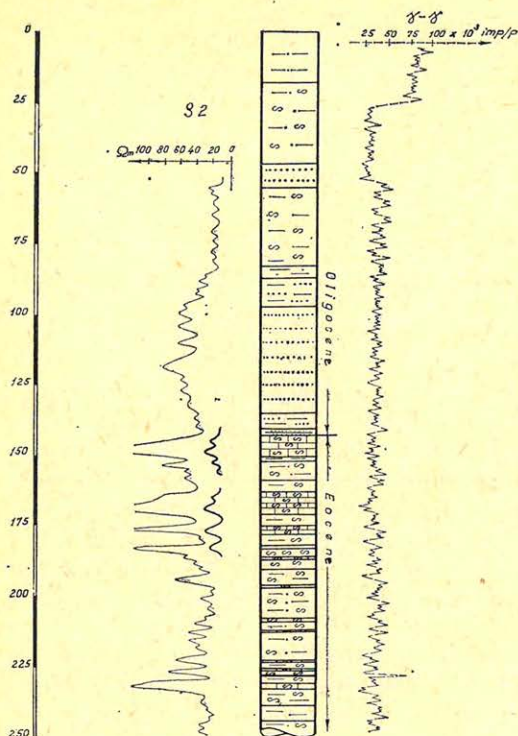
A két kutatási területen felszíni geofizikai mérések is történtek és a különböző kutatási fázisokban mélyült kutatófúrások legnagyobb részében – az 1960 előtti fúrt lyukakat kivéve – mélyfúrási geofizikai szelvényezéseket végeztek különböző intézmények, a legtöbbet az OFKFFV.

A mérési és interpretációs eredményeket több zárójelentés foglalta össze [1, 2, 3.], amelyek alapján szeretnénk a terjedelem szabta keretek között rövid ismertetést nyújtani az elvégzett geofizikai kutatásokról, kiemelve azokat az elveket, amelyek talán szélesebb körű érdeklődésre is számot tarthatnak. A geofizikai eredmények ismertetése előtt röviden vázoljuk a kutatási területek geológiai felépítését, figyelembe véve a geofizikai mérések alkalmazását a komplex kutatásban.

1. A kutatási területek geológiai felépítése

A nagygyeházai és a mátyi kutatási területek a Vértés és a Budai hegység mezozoós kőzetekből álló vonulatai között találhatók, a már évtizedek óta bányászott tatabányai szénmedencétől keletre. A két medencét 300–400 m elvetési magasságot elérő tektonikai vonallal határolt sashérc választja el, amely mentén a medence aljzatot képező triász dolomit a felszínen található. Ugyanúgy, felszínen található triász választja el nyugaton a nagygyeházai kutatási területet a bányászat alatt álló tatabányai szénmedencétől. A két barnaköszén medencében az eocén, oligocén, ill. miocén korú rétegek általában DK felé dőlnek, a nagygyeházai medence a kisebb mélységű (300–500 m), a mátyi a nagyobb (300–700 m) a köszéntelepes csoportra vonatkozóan. A medencéken belül is több, 10–100 m elvetési magasságú vető található. A nagygyeházai medence jellegzetes földtani felépítése a nyersanyagtelepeket tartalmazó eocén rétegcsoportokra vonatkozóan az 1. ábrán látható. A földtani szelvény két oldalán feltüntetettük a korrelációs célra 1:1000 méretarányban készített 0,45 m-es potenciál szondával mért ellenállás- és a gamma-gamma szelvényt.

A triász (legnagyobb részét ladiniai korú) dolomit felett egy érdekes, változó vastagságú és kifejlődésű *áthalmazott, dolomit alapanyagú* összlet található, amely több szintben tartalmaz *bauxit rétegeket*, ezek közül az alsó, az ún. főtelep műrevaló. Másik érdekessége ennek az összletnek, hogy általában cementált, vízzáró jellegű, így bizonyos vízvédelmet nyújt a karsztosodott triász dolomittal szemben.

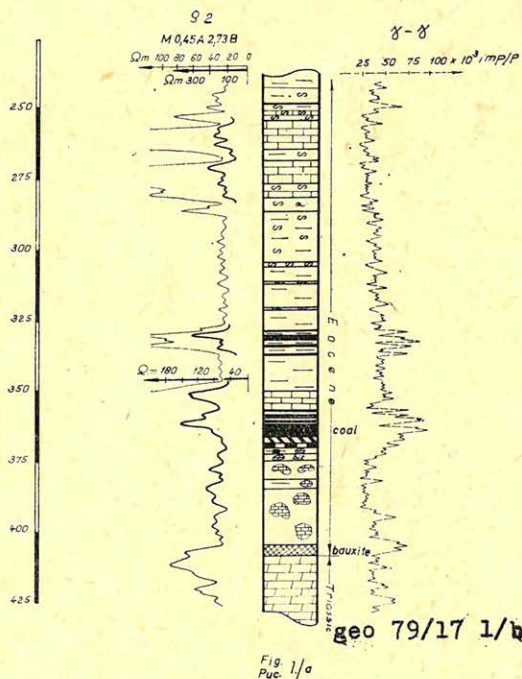


1a ábra
Puc. 1/a.
Fig. 1a

Az eocénkorú, több mint $4187 \cdot 10^3$ J fűtőértékű barnakőszén két telep-csoportot alkot, amelyek közül az alsó telep a vastagabb, a maximális telep-vastagság Nagygyeházán a 18, Mátyon a 30 métert is eléri. A telep alsó része általában rosszabb minőségű, agyagos kifejlődésű, s már itt megjegyezzük, hogy magas természetes gamma aktivitással jelentkezik. A felső telepcsoport több padra oszlik, de szintén műrevaló.

Az eocénkorú rétegösszletből – esetleges vízveszély szempontjából is – említésre méltó két mészkő réteg: az ún. édesvízi és az alveolinás mészkő.

Az oligocénkorú rétegösszlet homokos, agyagos rétegek váltakozásából áll, a rétegösszlet alján található finomszemű, vastag homokréteg tekinthető a homokrétegek közül



1b ábra
Puc. 1/6.
Fig. 1b

egyedül kvarchomoknak. Az agyagásványok közül legfontosabb az illit. Kéthárom vékony, korrelálható szénréteg is található az oligocénben.

A miocénkorú rétegsortot a mélyebb mányi medencében harántolták a fúrások, jellegzetessége, hogy mészmárga-mészko és tufa rétegeket is tartalmaz.

2. Az elvégzett geofizikai munkák áttekintése

2.1. Felszíni geofizikai munkák

A két kutatási területen több esetben végzett a M. Áll. E. L. Geofizikai Intézet felszíni geofizikai méréseket, ezek közül legjelentősebbek a szeizmikus szelvényezések voltak. Érdekessége a kutatásoknak, hogy a reflexiós mérések részben az előzetes fúrási fázis után történtek, így a reflexiós szinteket több fúrásban is azonosítani lehetett a geológiai szintekkel. A szeizmikus kutatások tisztázták a medencék szerkezetének főbb vonásait és több esetben lehetővé tették pl. annak megállapítását, hogy egyes régebbi fúrások az áthalmazott dolomit elérésekor álltak le és így nem érhatték el a bauxitos szinteket. A medencén belüli 30 – 50 m elvetési magasságú vetőket nem minden esetben tudta kimutatni a szeizmikus interpretáció, ezért érdemes a részletes fázisú fúrások adatainak figyelembevételével és interpretáció megállapításának újraértékelésével foglalkozni, amely feldolgozás a mányi medencében folyamatban is van.

A felszíni geofizikai méréseknek speciális esetben még a részletes kutatási fázis után is van szerepük. A nagygyházai keleti lejtőszakna tervezett nyomvonalának egy 300 m hosszú szakaszán pl. nem mélyült fúrás, ennek a szakasznak a várható geológiai szelvényét a nyomvonalától 150 – 200 m-re települt néhány kutatófúrás alapján tervezték meg. A szelvénytérképezés helyességének ellenőrzésére 100 m-ként vertikális ellenállás-szondázást végeztünk, amelynek alapján ki lehetett mutatni, hogy az eocén összlet déli határát jelentő vető a geológiai szerkesztéshez viszonyítva 200 m-el északabbra húzódik, s ez azt jelenti, hogy a lejtőszakna tervezett nyomvonala harántolja a karsztvízveszélyes dolomitot több mint 100 m hosszan. A VEZ mérések kiértékelését követően a kérdéses szakaszon lemélyített fúrás igazolta a felszíni ellenállások eredményeit, s ezért az akna tervezett nyomvonalát módosították.

2.2. A mélyfúrási geofizikai munkák ismertetése

2.2.1. Az elvégzett szelvényezések

A kutató fúrásokban – az 1960 előtt mélyített felderítő fázisú fúrásokat kivéve – főhatósági előírás alapján rendszeresen mélyfúrási geofizikai vizsgálatok történtek. Mivel barnakőszénre mind a két medencében részletes, ezenkívül Nagygyházán a bauxitra előzetes fázisú kutatás történt, összesen igen nagy mennyiségű geofizikai szelvényezést végeztek. Az összesített adatok a következők:

Terület	Szelvényezett fúrások (db)	Szelv. folyóm. ezer fm	Összes szelvényhossz ezer fm
Nagygyháza	194	70	508
Mány	176	82	645
Összesen	370	152	1153

Amint látható az adatokból, a mélyfúrási geofizikai szelvényezés komplexitása magasfokú. A nagygyézházai medencében 7,25 m szelvény, a mélyebb mányi medencében pedig közel 7,9 m geofizikai szelvényanyag jut egy szelvényezett folyóméterre. Az általánosan alkalmazott mérés-komplexum a következő volt: PS, 10 és 45 cm-es potenciál, valamint 2,8 m hosszúságú gradiens elrendezésű ellenállás-szelvényezések, természetes gamma, gamma-gamma (Cs-137 izotóppal), neutron-gamma (1975-től fokozatosan neutron-neutron) és bőségszelvényezés. Ezekon kívül jelentős volt még a mikro- (potenciál és gradiens) szelvényezés, folyamatos fúróiszap- (víz) ellenállás szelvényezés és a ferdeség mérések volumene. A bauxit telepek meghatározására neutron-aktivációs szelvényezés történt 5 C-s Pu – Be, ill. Cf – 252 neutron forrással. Érdeklődésre tarthat számot, hogy míg a szelvényezés általában 1:200 méretarányban történt, a nyersanyagtelepekkel szemben külön részletező méréseket is végeztünk. A kőszéntelepek esetében mikrológ- és gamma-gamma szelvényezés történt 1:50, a bauxit telepekre vonatkozóan pedig neutron-aktivációs és természetes gamma szelvényezés 1:100 méretarányban. Ezek a részletező mérések lehetővé tették az inhomogén vastagabb telepek részletes tanulmányozását.

Az alkalmazott mérés-komplexumban egyedül a termoszelvényezés aránya volt az indokoltnál lényegesen kisebb, ez elsősorban azért sajnálatos, mert a dolomitban és általában a karbonátos kőzetekben tárolt karsztvíz hűtő hatása révén a termoszelvényezés adataiból bizonyos hidrogeológiai információkhoz is lehet jutni.

A szelvényezési komplexum általános hiányossága volt, hogy a gamma-gamma és a neutron szelvényezések nem voltak térfogatsúlyra, ill. porozitásra hitelesítve. 1976–77-ben a részletes fázisú kutatás lezárása után, a kijelölt aknamélyítések helyén fúrt fúrólyukakban történtek meg az első, falhoz szorított kompenzált rendszerű szondával végzett és térfogatsúlyra hitelesített gamma-gamma, valamint porozitásra hitelesített neutron-neutron szelvényezések.

2.2.2. Az interpretációs munkálatok ismertetése

Az elvégzett geofizikai mérések alapján a teljes szelvényezett szakaszra litológiai rétegsor készül, amelyet minden esetben egyeztetnek a magfúrás alapján készített elsődleges geológiai leírással. A *réteghatárookra vonatkozóan* még magfúrás esetén is általában a *geofizikai adatot fogadják el*, mivel az mentes az olyan szubjektív hibáktól, amelyek a maghiányos szakaszok, vagy pl. a 3 méteres magcsővel kifúrt mag megfordításából stb. adódnak. Az így egyeztetett rétegsort fogadják el végleges földtani szelvénynek. Maga a fénymásolt geofizikai szelvény természetesen a végleges földtani dokumentáció része.

A részletes kutatási fázist lezáró összefoglaló földtani jelentés keretében összefoglaló geofizikai jelentés is készül. Ez Magyarországon ma már földtani hatósági előírás is. Az összefoglaló jelentés keretében ismertetik az elvégzett mélyfúrási geofizikai munkákat, értékeli azok eredményeit (kitérve arra is, hogy a mélyfúrások mennyire igazolták a felszíni geofizikai mérések alapján felállított modellt), az egyes fúrásokban felvett geofizikai szelvények korrelációja alapján a kutatási területet keresztülszelő geofizikai-földtani szelvényeket szerkesztenek, elvégzik a geofizikai paraméterek területi vizsgálatát stb. Ilyen geofizikai összefoglaló jelentés készült a nagygyézházai részletes kutatás befejezésekor 1976-ban [1], a mányi részletes kutatásról 1977-ben [3] és a nagygyézházai

területen mélyítendő függőleges és lejtős-aknák helyén fúrt úgynevezett akna-tengely-fúrásokról szintén 1977-ben [2].

3. *A mélyfúrási geofizikai adatok felhasználása a komplex földtani kutatásban*

Mivel a geofizikai szelvények folyamatos jellegűek, az átfúrt rétegsor minden pontjára adnak információt. Ezen információk földtani felhasználásának előfeltétele, hogy a geofizikai paraméterek adott réteg jellemzését lehetővé tegyék. Ezért először röviden foglalkozunk a nyersanyagok és a fontosabb meddő kőzetek geofizikai paramétereivel.

3.1. *A nyersanyagok és a fontosabb meddő kőzetek geofizikai paramétere*

A kőszéntelepek térfogatsúlya $1,25 - 1,4 \text{ g/cm}^3$ volt és mivel a többi eocén korú réteg térfogatsúlya $2,0 \text{ g/cm}^3$ -nél magasabb, a gamma-gamma szelvényeken a kőszéntelepek mindig egyértelműen kijelölhetők. Ezt az egyértelműséget a fúrólyukak kavernasodása sem zavarja, mivel esetleges nagyobb méretű kavernák agyagos rétegnél fordulnak elő, amelytől a kőszéntelepek az átlagosan $120 - 150 \text{ Ohmm}$ ellenállás értékeik alapján is könnyen megkülönböztethetők. A telepek a neutron szelvényeken is egyértelműen jelentkeznek, mivel az agyagrégeknél nagyobb összhidrogén tartalmuk miatt a legkisebb neutron intenzitást mutatják.

Nagyon érdekes a kőszéntelepes csoportoknál a természetes gamma intenzitás értékek vizsgálata. A felső telepcsoport általában inaktív. Az alsó telepcsoport viszont, különösen az alsó agyagosabb részén $100 \text{ mikroröntgen/órát}$ meghaladó anomáliákkal jelentkezik. A területre jellemző kőzetek gamma aktivitásának vizsgálatára a fúrómagminták anyagán laboratóriumi spektrál-vizsgálatokat végeztünk, amelyek eredménye alapján meg lehetett állapítani, hogy a telepeknél jelentkező anomáliákat elsősorban az U/Ra feldúsulás okozza. A jelenség geológiai magyarázata az, hogy a hosszú szárazföldi lepusztulási korszak után kezdődött láposodás növényi anyagaiban az UO_2 és a Ta^4 kationok jól adszorbeálódtak.

A bauxit telepek elkülönítését a neutron aktivációs szelvényezéssel közvetlenül az Al-tartalom alapján végeztük. A tapasztalatok alapján, ha az aktiváció előtt és után felvett természetes gamma szelvények különbsége eléri a $16 \text{ mikroröntgen/órát}$, a kimutatás egyértelmű, ez a különbség kb. $35\% \text{ Al}_2\text{O}_3$ tartalomnak felel meg. A bauxit telepek térfogatsúlya $2,1 - 2,3 \text{ g/cm}^3$ körül van, elektromos ellenállásuk $20 - 40 \text{ Ohmm}$, magasabb (100 Ohmm) ellenállásérték dolomitörmelékkel történt szennyeződést jelent.

A meddő kőzetek az általánosan jellemző geofizikai paraméterekkel jelentkeznek. Fontos viszont, hogy a szálban álló triász dolomit és az áthalmazott dolomit geofizikai paramétereikben eltérnek egymástól, így sokszor lehetővé válik a geológiai vitás esetekben a harántolt dolomitanyag minősítése. Így pl. ellenállás-gyakorisági görbékét szerkesztve meg lehetett állapítani, hogy a mányi területen a triász dolomit átlagellenállása 1250 Ohmm , míg az áthalmazott dolomitösszetétel csak 300 Ohmm .

3.2. A telepek és a rétegsor pontosabb meghatározása

A geofizikai szelvényezés a magfúrásnál is pontosabban tudja megállapítani az átfúrt rétegsort és ezen belül a telepek határait, mivel a szelvények folyamatos jellegűknél fogva mindig 100%-os magkihozatalnak felelnek meg. Ezért a mélyfúrási geofizikai adatok elsődleges felhasználása a komplex földtani kutatásban a telepek és általában a rétegsor pontosabb meghatározását jelenti. Ennek gyakorlati jelentőségére megjegyezzük, hogy egyedül a mányi medencében 39 db fúrásban kellett az elsődleges földtani rétegsort a geofizikai adatok alapján javítani a barnaköszén telepek vastagságának és mélységének helyes dokumentálása érdekében. Megjegyezzük még, hogy mivel az eocén feletti, több száz méter vastag miocén-oligocén rétegsort nem magfúrással fúrták, ezekre vonatkozóan teljesen a geofizika alapján történt a rétegsor megállapítása.

3.3. A geofizikai rétegkorreláció alkalmazása

Ha az egyes fúrások közelítőleg ugyanazt a geológiai formációt harántolják a geofizikai paraméterek is hasonlóak, vagyis a különböző fúrásokban felvett geofizikai szelvényeket korrelálni lehet. A geológiai felépítésnek megfelelően különösen részletesen lehetett korrelálni az eocénkorú rétegösszletet, de a megszerkesztett geofizikai korrelációs szelvények alapján az oligocénkorú, víz-tároló homokrétegeket is megbízhatóan lehetett azonosítani. Mivel ezek változó kifejlődésűek, a geológus kollégák korábban lencsés kifejlődésűeknek, nem azonosíthatóknak gondolták ezeket a homokrétegeket. A geofizikai rétegkorrelációt felhasználva, mind a két kutatási területre 4–4 db, az egész medencét átszelő geofizikai korrelációs szelvény készült, amelyek segítettek abban, hogy a medencéken belüli tektonikának, a vetődések helyének és elvetési magasságának megállapítása pontosabban történjen. Mivel az oligocén korú rétegek is azonosítva voltak, azt is meg lehetett állapítani, hogy a vetődések közül melyek a fiatalabbak, amelyek ezt a rétegsoportot is érintették.

A geofizikai rétegkorrelációk *speciális esetét* jelentette a nagygyházai lejtősakna tervezett nyomvonala mentén a kőzetfizikai jellemzőket is figyelembe vevő korrelációs szelvény szerkesztése. Az aknamélyítést megnehezítő, folyásra hajlamos, vagy permeabilis homokrétegek, duzzadó agyagrétegek, töredezett szakaszok a geofizikai szelvényeken (pl. bőségszelvény) rendszerint felismerhetők és a korrelációt ilyen szempontokra is kiterjesztve meg lehetett adni pl. hogy egy folyásra hajlamos homokréteget a tervezett lejtősakna melyik szakaszán fognak harántolni.

3.4. A geofizikai paraméterek területi értékelése

Egy összefoglaló jelentéssel kapcsolatos feldolgozás során a geofizikai korreláció mellett fontos szerepe van a földtanilag azonos rétegek geofizikai paramétereinek területi feldolgozásának is. Az eocén mészkövek ilyen vizsgálata alapján pl. meg lehetett állapítani, hogy a mészkő a terület melyik részén repedezett, vízveszélyesebb kifejlődésű, vagy más példát tekintve az említett természetes gamma anomáliák területi feldolgozása lehetővé teszi az egykori lepusztulási irányok meghatározását stb.

4. A telepek és a meddő kőzetek geofizikai, illetve kőzetfizikai paramétereinek kvantitatív meghatározása

A két ismertített területen csak a földtani kutatás végső időszakában, az aknák tervezett helyén mélyült fúrásokban történt térfogatsúlyra és porozitásra hiteles szelvényezés (összesen 22 db fúrásban), ilyen szempontból tehát kevés adat áll rendelkezésre. Azokban a fúrásokban, amelyek ezek közül kőszéntelepeket is harántoltak, jó, általában $\pm 0,05 \text{ g/cm}^3$ egyezést mutattak a geofizikai úton és a laboratóriumban meghatározott térfogatsúly adatok. Ugyanakkor a laboratóriumban megállapított térfogatsúly, hamutartalom és fűtőérték adatok között egy adott medencére korreláció áll fent, a korrelációs együttható értéke a térfogatsúly és a hamutartalom között a 0,9-et is eléri. Tehát ha már csak a térfogatsúlyt meg tudjuk adni, korrelációval a többi paraméter is számítható. Ugyanakkor van lehetőség pl. a hamutartalom esetében közvetlen geofizikai meghatározásra is a szelektív gamma-gamma szelvényezéssel, amelyre egy biztató kísérlet a mányi területen már volt.

A meddőkőzetek esetében különösen fontos a neutron porozitás meghatározása, amely a többi geofizikai adattal együtt a vízveszélyességre ad információt. Az aknák helyénél mélyült fúrások maganyagán részletes kőzetfizikai-kőzetmechanikai laboratóriumi vizsgálatok történtek. Ezeknél a vizsgálatoknál pontossági problémát jelent a mintaanyag részletes kiszáradása. A neutron porozitást — az ásványtani felépítés figyelembevételével — át lehetett számítani *in situ* vizrtartalomra és így megteremteni a lehetőséget a laboratóriumi adatok pontosságának vizsgálatára, illetve kiszáradás miatti korrekció alkalmazására. Ugyanakkor mindig figyelembe kell venni a geofizikai adatok pontossági korlátait is, pl. az agyagos rétegeknél fellépő kavernásodás teljesen lerontotta a geofizikai térfogatsúly adatok pontosságát, mivel a közel 2 m hosszú, falhoz szorított szonda természetesen nem tud alkalmazkodni a kavernák formájához.

Befejezésül csak néhány szót a fejlesztés irányairól a jelenleg más kutatási területeken folyó geofizikai munkáknál. Mindenekelőtt a térfogatsúlyra és porozitásra hitelesített geofizikai szelvényezés általános bevezetése történik 1978–79-ben a magyarországi kőszénkutatásban. Ez természetesen magával vonja az adatok számítógépes feldolgozásának sürgős fejlesztését is. Új módszerek bevezetésére is van szükség, legfontosabb lenne a kis átmérőjű (76–113 mm fúrási átmérőkben alkalmazható), transzverzális hullámokat is detektálni tudó akusztikus szonda bevezetése. Az ilyen akusztikus szelvényezés lehetővé tenné a rugalmassági állandók közvetlen geofizikai meghatározását és ezzel a bányászatot érintő kőzetmechanikai problémák közelítését. Ugyancsak fontos a szelektív gamma-gamma szelvényezés rutinszerűvé válása a hamutartalom meghatározására, gamma-spektrum fűrólyuk szelvényezés bevezetése stb.

Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a magyarországi kőszénkutató mélyfúrási geofizika fejlődése az elmúlt években meggyorsult és reméljük, hogy ez a fejlődés továbbra is töretlen marad.

IRODALOM

- [1] A Nagygyézháza szén, bauxit és vízföldtani kutatások összefoglaló értékelése. Geofizikai fejezet (B. Szabó L., Fábiáncsics L., Papp J., Rigler Gy., Uray Sz.) 1976.
- [2] Nagygyézházi aknatengely-fúrások korrelációs jelentése (Fábiáncsics L.) 1977.
- [3] Mányi terület, kutatási zárójelentés, geofizikai fejezet (B. Szabó L., Illés Á., Rigler Gy.) 1977.

Tektonikai prognózistérképek készítése geoelektromos telepszondázás módszerével

CSÓKÁS JÁNOS*, GYULAI ÁKOS*, MOLNÁR DEZSŐ*

A geoelektromos telepszondázás üzemi méréseink tapasztalata alapján a vágattól legalább 50 m-ig alkalmazható telepszavarok, vetők, telepelvékonyodások meghatározására. A módszerrel nemcsak a vetők jelenléte, hanem a zavarzónák helye is megállapítható. Ezeket bányatérképeken ábrázolva a bányaművelés tervezéséhez tektonikai prognózistérkép készíthető.

A módszer igen gyors és gazdaságos. A mérések a termelés akadályozása nélkül elvégezhetők. A Borsodi Szénbányánál eddig négy akna területén már eredményesen kipróbáltuk az eljárást, ahol a telepvastagság 1,2–2,5 m volt. A Nógrádi Szénbányánál végzett kísérleti mérések szerint az ottani földtani körülmények között is alkalmazható a módszer.

Az elméleti vizsgálatok és az eddigi üzemi tapasztalatok szerint geoelektromos telepszondázásokkal és az azokhoz kapcsolódó vágatszondázásokkal a következő feladatok oldhatók meg:

- A) Tektonikailag zavartalan területek kijelölése és lehatárolása.
- B) A fedő és fekvő kőzetek minőségének, rétegzettségének meghatározása.
- C) A bányaművelést zavaró erősen tektonizált területrészek lehatárolása és fúrásos vagy vágattal történő megkutatás optimális helyének kijelölése.
- D) Nem nagyon tektonizált területeken:
 1. Két vető találkozási vagy szétágazási helyének meghatározása.
 2. Az elvetési magasság lényeges megváltozásának kimutatása.
 3. A „kis” és „nagy” vetők elkülönítése az értelmezés szempontjából kedvező földtani körülmények között.
 4. Vető helyének (távolságának) meghatározása a szénmezőben.

Bemutatunk a geoelektromos telepszondázás alapján készült tektonikai prognózistérképeket és összehasonlítjuk azokat a feltárás eredményeivel. Kitérünk a kiértékelési eljárásokra. Többréteges esetekre modellezési és számítási eredményeket is bemutatunk.

На основании опыта промышленных измерений геоэлектрическое пластовое зондирование применимо для определения нарушений пластов, сбросов и утоньшения пластов на расстоянии по крайней мере до 50 м от штрека. Этим методом может быть определено не только надичие сброса, но и место зон нарушения. Нанося их на карту шахт составляется тектоническая прогнозная карта для разработки месторождений.

Этот метод является очень быстрым и экономичным. Измерения проводятся без задержки добычи. На предприятии Боршодских шахт до настоящего времени с успехом опробовали этот метод в четырех шахтах, где мощность пластов изменялась от 1,2 до 2,5 м. Согласно измерениям, выполненным в Ноградских шахтах этот метод применим и при имеющихся там геологических условиях.

Согласно теоретическим исследованиям и полученному до настоящего времени производственному опыту при помощи геоэлектрического пластового зондирования и связанного с ним штрекового зондирования могут быть решены следующие задачи:

- A) Выделение и оконтуривание тектонически ненарушенных районов
- B) Определение качества и слоистости покрывающих и подстилающих пород
- B) Оконтуривание и определение оптимального места разведки бурением или высечкой сильно тектонизированных частей площади, затрудняющих разработку месторождения.
- Г) На не очень тектонизированных площадях:
 1. Определение места всхождения или расхождения двух сбросов
 2. Выявление значительного изменения высоты сброса
 3. Разделение «малых» и «больших» сбросов в благоприятных с точки зрения интерпретации геологических условиях
 4. Определение места сброса (расстояния) на угольных месторождениях

* NME, Miskolc

Показываем тектонические прогнозные карты, составленные на основании геоэлектрического пластового зондирования и сравниваем их с результатами вскрытия. Останавливаемся на опытных методах. Показываем и результаты моделирования и расчетов для многопластовых случаев.

Geoelectric bed-sounding is applicable — according to our practical experiences — at least up to a distance of 50 m from the drifts for determination of bed disturbances, faults and of thinning out of veins. By means of the method not only the presence of faults can be stated, but the position of disturbance zones can also be fixed. Representing these on mine maps we can elaborate a tectonic forecast-chart for the purpose of planning mine works.

The method is both quick and economic; measurements can be made without hindering of production works. It has been successfully applied already in four shaft districts of the Borsod Coal Mines with a bed thickness of 1,2–2,5 m. According to the experimental measurements carried out at the Coal Mines of Nógrád the method is applicable also under conditions encountered there.

According to theoretical investigations and practical experiences made as yet with geoelectric bed-soundings and connected drift soundings the following problems can be solved:

- A) Demarcation and delimitation of tectonically undisturbed areas.
- B) Determination of layering and quality of hanging and underlying rocks.
- C) Delimitation of strongly tectonised areas hindering mining works and fixing the places where exploratory borings or drifts should be located.
- D) On not very tectonised areas:
 1. Determination of meeting or disjunction place of two faults.
 2. Demonstrating a significant change of slip.
 3. Separation of „small” and „big” faults under geological conditions favourable from the point of view of interpretation.
 4. Determination of location (distance) of the fault in the coal bed.

Tectonic forecast maps are shown based on geoelectric bed-soundings and compared with opening up results. Processing procedures are also dealt with, and modelling and computation results presented for multilayer cases.

Bevezetés

Szénbányák leműveléséhez előre ismerni kell a telepekben levő tektonikai zavarokat. A tektonikai helyzet nagymértékben befolyásolja a bányászati feltárást és lefejtést.

Széntelepes összletek tektonikai zavarainak bányabeli kimutatására alkalmazható a geoelektromos telepszondázás [1, 2, 3]. A módszerrel kimutathatók olyan kisebb vetők is, amelyek felszínről mélyített kutatófúrásokkal, vagy felszíni geofizikai módszerekkel általában nem határozhatók meg. A telepszondázás elméleti és gyakorlati szempontból új bányászati geofizikai módszer.

A bányabeli mérések értelmezését modellvizsgálatok is segítik [4, 5], melyekkel az összletben létesített elektromos tér olyan eloszlása is meghatározható, amelyet elméleti analitikus úton nehéz kiszámítani.

Tektonikai prognózistérképek készítése

A geoelektromos telepszondázásnál a széntelep határaitra helyezett ekvatoriális dipól csendezéssel határozható meg a telepes összlet látszólagos ellenállása. Zavartalan esetben az összlet paraméterei ($\rho_1 - \rho_2 - \rho_3$: fedő-széntelep-fekü fajlagos ellenállása és b : a széntelep vastagsága) ismeretében a dipóltávolság függvényében kiszámítják az összlet látszólagos ellenállásának elméleti értékeit. A mért ellenállásértékeket vetik össze ezekkel a számítottakkal. Ha megegyeznek, akkor a telepes összlet tektonikailag zavartalan, ha eltérnek egymástól, az telepszavart jelent.

A mért és az elméleti adatok összevetésének egyik módszere a görbe-illesztési eljárás [2]. A megfelelő elméleti görbe kiválasztásához az összlet paramétereit pontosan ismerni kell. Rétegzett ágyazó kőzetek esetén a rétegek fajlagos ellenállását többretegű elméleti görbék számítása és szerkesztése útján kell meghatározni.

A kiértékelés másik módszerénél a mérési adatokból izovonalas térképeket szerkesztenek és az izovonalak lefutása alapján vizsgálják, hogy az áramtérben van-e tektonikai zavar, vagy nincs. A telepszondázások mellett ebben az esetben is kell folyamatosan paraméterméréseket végezni az ágyazó összlet változásának vizsgálatára. Erre a célra azonban elegendő a széntelep fedőjében és feküjében Schlumberger elrendezéssel néhány AB távolsággal szelvényezni, pl. $AB=5, 10, 20, 40$ m. A telepszondázás elméleti értékei megegyeznek a zavartalan teleprészek területén mért adatokkal, tehát, ha vannak ott ilyenek, ott meg lehet határozni. Nagyobb területen mért és azonos terítési távolságokhoz tartozó ellenállások átlagából is megkaphatók a zavartalan értékek.

Az egyszerű átlagképzés helyettesíthető a leggyakoribb érték szerinti kiegyenlítéssel, amely a kieső pontokat az átlag képzésénél kis súllyal veszi figyelembe [7], tehát hibás mérésből származó és a vetőzóna által csökkentett ellenállás adatok kisebb mértékben befolyásolják a „zavartalan” értékek meghatározását.

A zavartalan és mérési adatok összevetésével ún. eltérés-térképet lehet szerkeszteni. Ezek a másodlagos térképek kiemelik a vetők által okozott ellenállás csökkenéseket. Gyakorlati tapasztalatok és modellmérések szerint már 10%-os eltérések a tektonikai zavarok helyét jelzik, ennél kisebb eltérések esetén a széntelepben nincs számottevő nagyságú vető.

Az 1. ábra a Borsodi Szénbánya Vállalat Szeles aknáról (telepvastagság $b=1,5$ m) mutat be egy izovonalas térképrészletet. A K/5 vágattól 9 m-re kutatóvágattal feltárt 3 m-es vető folytatásának kutatása volt a feladat az 1–10 pontok között. Az 1. ábrán a telepszondázás izovonalai mellett a fejtés során feltárt vetőt is feltüntettük. A 2. ábra ugyanerről a területről az eltérés térképet és a tektonikai prognózist mutatja.

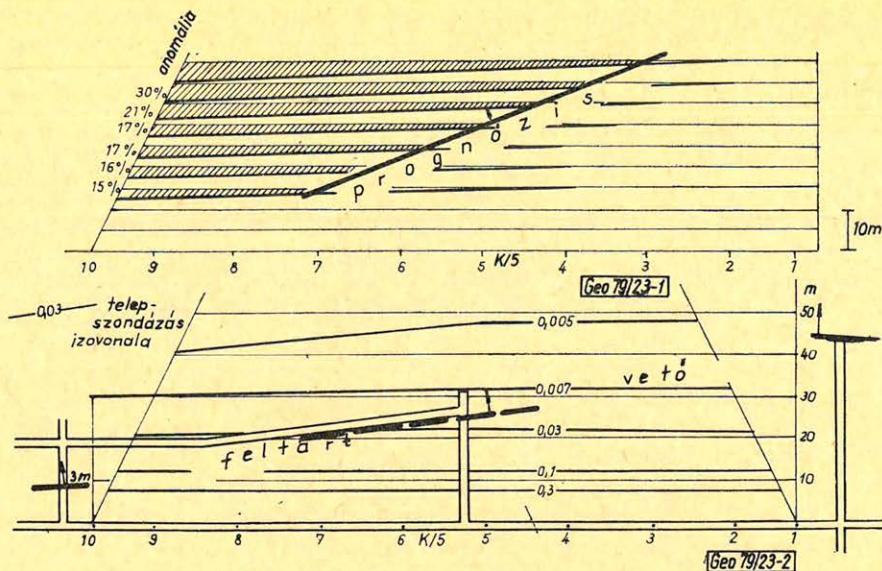
A feltárás a prognózist igazolta.

A 3. és 4. ábrán egy lyukóbányai részlet (telepvastagság $b=2,5$ m) látható. Az izoohm illetve a százalékos eltérés térkép alapján a P/4 vágattal feltárt 3,8 m-es vetőt a P/3 vágattól 40–50 m-re lokalizáltuk. Jeleztük a vető elvetési magasságának hirtelen csökkenését is. A prognózist az eltérés térkép (4. ábra), a feltárás eredményét az izoohm térkép mutatja (3. ábra).

Az 5. ábra a Nógrádi Szénbányák Szorospataki aknájában ($b=1,8$ m) végzett kísérleti mérések eredményeit mutatja. A mérések célja annak igazolása volt, hogy az előbbiektől eltérő, ottani földtani körülmények között is alkalmazható a telepszondázás tektonikai zavarok meghatározására. A százalékos eltérésekből látható, hogy a vető itt is igen jelentős ellenállás csökkenést okozott.

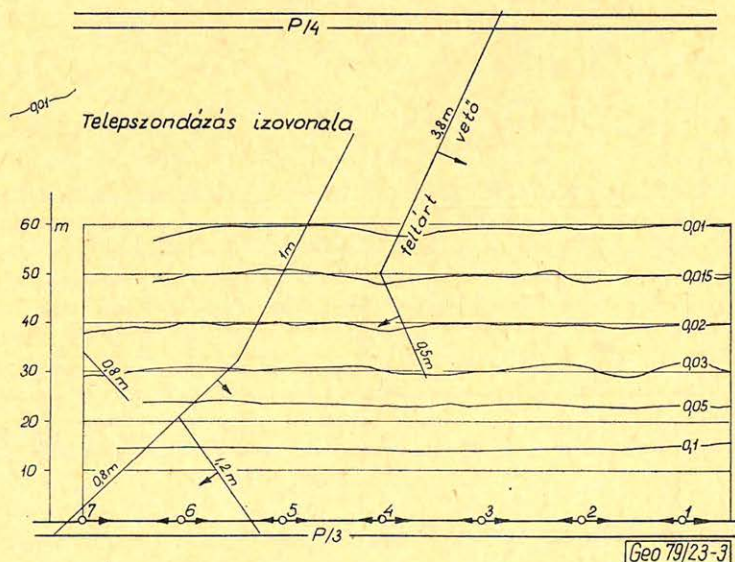
A telepszondázás elméleti értékének meghatározása többretegű ágyazó összlet esetében

A háromrétegre (fedő-szén-fekü) levezetett telepszondázási egyenlettel [1] többretegű esetben nem lehet a zavartalan összlet paramétereit számítással meghatározni. A széntelep fedője és/vagy feküje esetenként több rétegből áll, a modell négy, öt vagy ennél is több réteges.

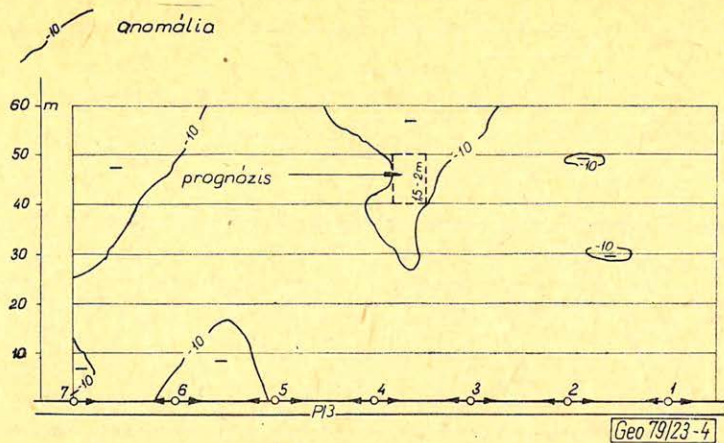


1. ábra. Izoohm térkép, Szeles akna
 Рис. 1. Карта изоом, шахта Селеш
 Fig. 1. Isoohm map of the Szeles-shaft

2. ábra. Elterés térkép a prognózissal, Szeles akna
 Рис. 2. Карта расхождений с прогнозом, шахта Селеш
 Fig. 2. Map showing deviations from the forecast, Szeles-shaft



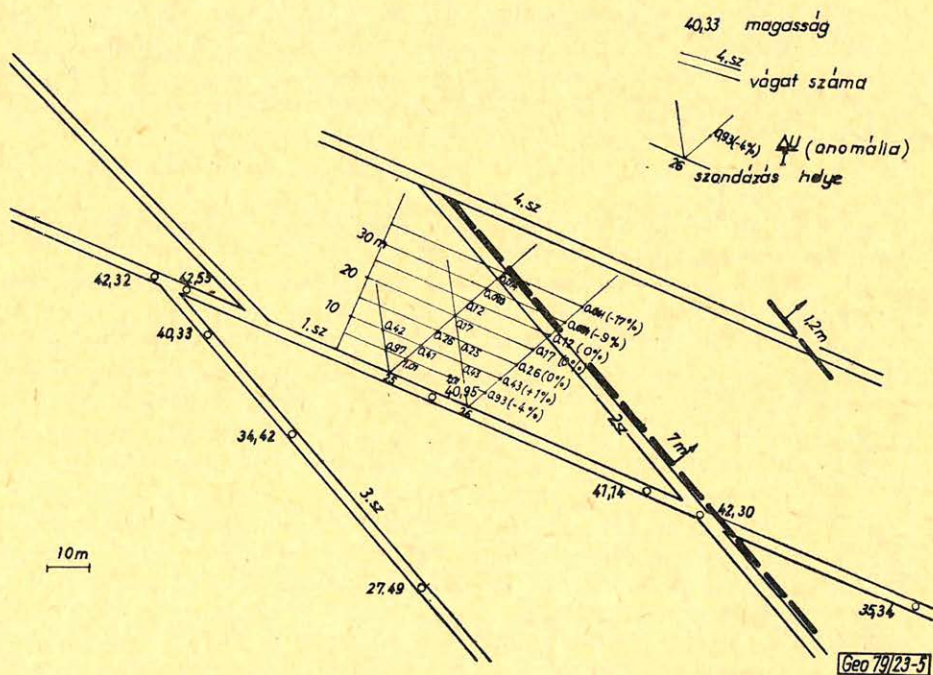
3. ábra. Izoohm térkép, Lyukóbánya
 Рис. 3. Карта изоом Йукобаня
 Fig. 3. Isoohm map, Lyukóbánya



4. ábra. Eltérés térkép a prognózissal, Lyukóbánya

Рис. 4. Карта расхождений с прогнозом, Йукобаня

Fig. 4. Map showing deviations from the forecast, Lyukóbánya

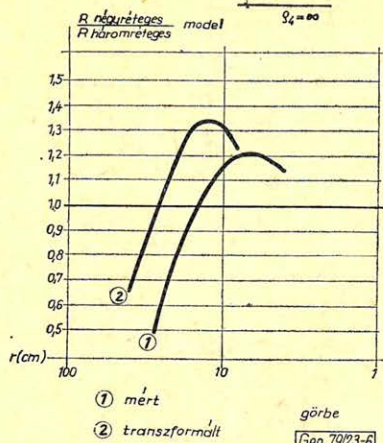
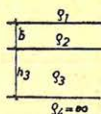


5. ábra. Ismert vető hatásának vizsgálata, Szorospataki akna

Рис. 5. Исследование влияния известного сброса, шахта Сороспатак

Fig. 5. Examination of the effect of a known fault, Szorospatak-shaft.

$\rho_1: \rho_2: \rho_3 = 1:35:1$
 $b = 27 \text{ cm}$
 $h = 54 \text{ cm}$



6. ábra. Négyréteges laboratóriumi modell szondázási eredménye

Рис. 6. Результат зондирования четырехслойной лабораторной модели

Fig. 6. Sounding result of a four layer laboratory model

Laboratóriumi kétdimenziós (sík) modelleken végzett mérések szerint csak a széntelephez közeli fajlagos ellenállás-változások befolyásolják jelentősen a telep-szondázások értékeit [4]. Négyréteges modell mérési eredményeit mutatja a 6. ábra 1. görbéje. A terítési távolság függvényében a négyréteges per háromréteges modell-teleszondázási értékek vannak feltüntetve azért, hogy a háromrétegestől való eltérés, a negyedik réteg hatása jól látható legyen.

A negyedik réteg a terítési távolságtól függően a szondázási görbén kétféle módon jelentkezik.

a) $x < (2,5 - 3) \cdot h_3$: a teleszondázás ellenállása a negyedik réteg fajlagos ellenállása szerint változik, növekszik, ha $\rho_4 > \rho_3$.

b) $x > (2,5 - 3) \cdot h_3$: a teleszondázás ellenállása a negyedik réteg fajlagos ellenállásával ellenkező értelemben változik, csökken, ha $\rho_4 > \rho_3$.

A kétdimenziós modellen végzett mérések transzformáció útján alkalmazhatók a háromdimenziós térre [5]. Ilyen transzformált adatokból van szerkesztve a 6. ábra 2. görbéje. Az 1. és 2. görbe hasonló lefutású, tehát háromdimenziós térben az a) és b) pontokban leírtak nagyobb terítési távolságtól érvényesek.

A teleszondázás elméleti értékei számítással is meghatározhatók többre-teges modellekre.

A széntelepben egy pontforrás potenciálját négyréteges modellre a következő egyenletekkel lehet meghatározni, ha a forrás a telep-fedő határon helyezkedik el:

$$U_A = \frac{\rho_2 I}{4\pi} \int_0^\infty \left[e^{+mz} \left(-1 + \sum_{n=0}^\infty b_n e^{-m2H_0 n} \right) + e^{-mz} \left(\frac{1}{k_{21}} - \frac{1}{k_{21}} \sum_{n=0}^\infty b_n e^{-m2H_0 n} \right) \right] J_0(mr) dm \quad (1)$$

ha pedig a telep-fekü határon van a forrás:

$$U_B = \frac{\varrho_2 I}{4\pi} \int_0^\infty \left[e^{-mz} \left(1 - k_{21} \sum_{n=0}^\infty c_n e^{-m(2H_0 n + 2b)} \right) + e^{mz} \left(-1 + \sum_{n=0}^\infty c_n e^{-m2H_0 n} \right) \right] J_0(mr) dm \quad (2)$$

A c_n és b_n a

$$\begin{aligned} c_n + c_{n-P_4} k_{23} k_{34} - c_{n-P_1} k_{21} k_{23} - c_{n-P_4+P_1} k_{21} k_{34} = \\ = 1 - k_{23}, \quad \text{ha } n = 0 \\ k_{23} k_{34} - k_{34} \quad n = P_4 \\ 0 \quad n \neq 0 \neq P_4, \end{aligned} \quad (3)$$

valamint

$$\begin{aligned} b_n + b_{n-P_4} k_{23} k_{34} - b_{n-P_1} k_{21} k_{23} - b_{n-P_1-P_4} k_{21} k_{34} = \\ = 1 - k_{21} \quad \text{ha } n = 0 \\ k_{23} k_{34} (1 - k_{21}) \quad n = P_4 \\ 0 \quad n \neq 0 \neq P_4 \end{aligned} \quad (4)$$

rekurziós formulákkal számítható, ahol ϱ_i az egyes rétegek fajlagos ellenállása $k_{i+1, i} = (\varrho_{i+1} - \varrho_i) / (\varrho_{i+1} + \varrho_i)$. A telepvastagság értéke $b = P_1 H_0$, a kísérő feké réteg vastagsága $b' = P_4 H_0$, $J_0(mr)$ a nulladrendű elsőfajú Bessel-függvény, I pedig a forrás erőssége.

A telep határaitra elhelyezett ekvatoriális dipól elrendezésre felírva a potenciál-különbség

$$\Delta U = (U_A^M - U_A^N) - (U_B^M - U_B^N) \quad (5)$$

egyenletét, az (1) valamint (2) behelyettesítésével megkapható a telepszondázás egyenlete négyréteges modellre:

$$\begin{aligned} \frac{\Delta U}{I} = \frac{\varrho_2}{4\pi} \left[\frac{1 - k_{21}}{k_{21}} \left(\frac{1}{r} - \frac{1}{(r^2 + b^2)^{1/2}} \right) - k_{21} \sum_{n=0}^\infty \frac{c_n}{((2H_0 n + b)^2 + r^2)^{1/2}} - \right. \\ \left. - (1 - k_{21}) \sum_{n=0}^\infty \frac{c_n}{((2H_0 n + b)^2 + r^2)^{1/2}} - \sum_{n=0}^\infty \frac{b_n}{((2H_0 n + b)^2 + r^2)^{1/2}} + \right. \\ \left. + \frac{1}{k_{21}} \sum_{n=0}^\infty \frac{b_n}{((2H_0 n - b)^2 + r^2)^{1/2}} + \sum_{n=0}^\infty \frac{c_n}{((2H_0 n)^2 + r^2)^{1/2}} - \right. \\ \left. - \frac{1 - k_{21}}{k_{21}} \sum_{n=0}^\infty \frac{b_n}{((2H_0 n)^2 + r^2)^{1/2}} \right] \quad (6) \end{aligned}$$

Négynél több réteg esetén a (6)-hoz hasonló egyenlet írható fel a telepszondázásra, a b_n és c_n számítására szolgáló (3) és (4) rekurziós formulák bonyolultabbak lesznek.

A 7. ábrán $b = 2,5$ m-es telepvastagságra a

$\varrho_1 - \varrho_2 - \varrho_3 - \varrho_4 = 1 - 10 - 1 - \infty$ négyréteges per

$\varrho_1 - \varrho_2 - \varrho_3 = 1 - 10 - 1$ paraméterű háromréteges telepszondázási értékek van-

nak ábrázolva. A 8. ábrán a telepszondázási görbék láthatók. A számított görbék lefutása (7. ábra) hasonló a 6. ábra modellezéssel meghatározott görbéihez.

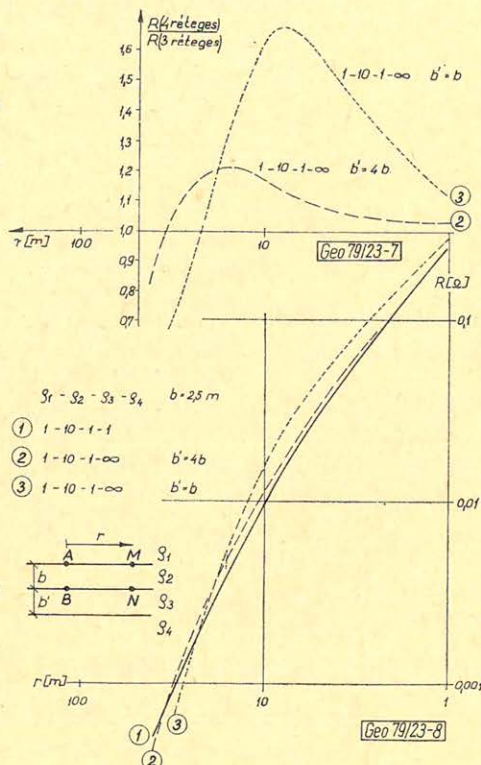
A 8. ábra 2. és 3. görbét összehasonlítva megállapítható, hogy a harmadik réteg vastagságának növelésével a végtelen fajlagos ellenállású negyedik réteg hatása rohamosan csökken a telepszondázás azon dipóltávolságainál, amelyeknél a negyedik réteg egyébként ellenállás növekedést okozna.

A (6) segítségével gépi úton elméleti görbeseregek számíthatók és szerkeszthetők, tehát többretegű modellekre is elvégezhető a telepszondázások kiértékelése görbe-illesztési eljárással is.

7. ábra. Számított négyrétegű per háromrétegű telepszondázási görbék

Рис. 7. Расчитанные кривые четырехслойного/трехслойного зондирования залежи

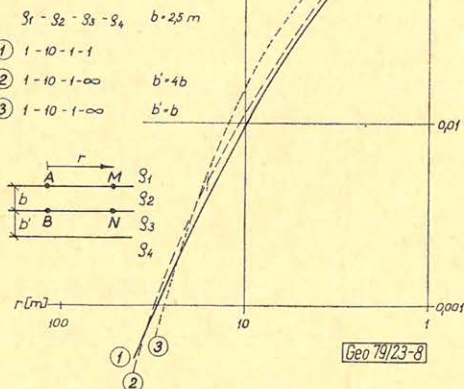
Fig. 7. Computed four-layer/three-layer bed-sounding curves



8. ábra. Számított négyrétegű telepszondázási görbék

Рис. 8. Расчитанные четырехслойные кривые зондирования залежи

Fig. 8. Computed four-layer bed-sounding curves



Összefoglalás

A geoelektromos telepszondázás módszerével a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke és a Borsodi Szénbányák Geofizikai Csoportja együttműködve prognosztizérképeket készít üzemi felhasználásra. Az eddigi üzemi tapasztalatok szerint a kimutatott tektonikai zavarokat a feltárások az esetek többségében igazolták. Még olyan területeken is, ahol a telep igen erősen tektonizált volt és ezért az egymáshoz közeli vetők hatásának szétválasztása nem mindig sikerült, a feltárások 70–80%-ban igazolták a prognosztizált tektonikai zavarokat.

A geoelektromos telepszondázás üzemi alkalmazására a Borsodi Szénbányák Vállalatán kívül több más vállalatnál is létrehoztak geofizikai mérőcsoportot, amelyek a bányabeli mérésekhez kifejlesztett célműszerekkel is rendelkeznek.

- [1] Csókás J.: Detection of tectonic disturbances associated with a coal bed by geoelectrical measurements in mine drifts. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 9 (1–2), pp. 111–119. (1974)
- [2] Csókás J.: Vetőkimutatás szénbányák vágataiban geofizikai módszerekkel. Bányászati és Kohászati Lapok – Bányászat 109. évfolyam 1976. 5. sz. 314–319. o.
- [3] Csókás J.: Feltáró és feltételező szűrő vágatokból tektonikai zavarok kimutatása geofizikai módszerekkel. Kutatási jelentés, 1976. Borsodi Szénbányák Igazgatósága.
- [4] Gyulai Á.: Széntelegek tektonikai zavarainak modellvizsgálata. Magyar Geofizika XVIII. évf. (1977) 1. sz. 18–27. o.
- [5] Gyulai Á.: Széntelegek tektonikai zavarai kétdimenziós modellezésének háromdimenziós kiterjesztése. Magyar Geofizika XIX. évf. (1978) 4. sz. 154–160. o.
- [6] Molnár D.: Geofizikai mérések. Kutatási jelentés. 1978. augusztus. Borsodi Szénbányák Igazgatósága.
- [7] Steiner F.: Most frequent value and cohesion of probability distributions. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 8(3–4), pp. 381–395 (1973).

Egyesületi hírek

Nemzetközi Alfred Wegener Szimpózium. Alfred Wegener, a kimagasló jelentőségű geofizikus születésének százéves évfordulóját megünnepeleendő, 1980. február 25–29. között nemzetközi szimpóziumot rendeznek Nyugat-Berlinben. A rendező, nagysúlyú tudományos testületek között szerepel pl. a Német Geodéziai Bizottság, a Német Geológiai Társaság, a Német Geofizikai Társaság, a Német Sarkkutatói Társaság, a Német Meteorológiai Társaság, az Európai és az Amerikai Geofizikai Társaság stb. A Wegener munkásságát méltató, a geofizika kimagasló nemzetközi tekintélyű művelői által tartandó megemlékező előadásokon kívül külön központi jellegű része lesz a konferenciának egy „Szimpózium a kontinensvándorlásról és a lemeztektónikáról”, melyen már az eddigi értesülések szerint is olyan szaktekintélyek szerepelnek előadással, mint: Le Pichon, Uyeda, Tuzo Wilson, Palmason, Belousov, Wyllie és még sokan mások. Külön szimpóziumi témakörként szerepel az „Éghajlat” (paleoklíma és klímamodellek), H. Flohn-nal, mint kimagasló előadóval.

A szervező bizottság a következő címenek érhető el: Prof. Dr. P. Giese, Institut für Geophysikalische Wissenschaften, Rheinbabenallee 49, D–1000 Berlin, 33., vagy: Prof. Dr. V. Jacobshagen, Institut für Geologie, Altenstrasse 34 A, D–1000 Berlin 33.

T. G.

Földrengés-előrejelzési Konferencia. Az isztambuli Egyetem Geofizikai Osztályán 1980. február 14–17. között konferenciát tartanak, melyen az észak-anatóliai törésvonal földrengéseinek előrejelzése érdekében folytatott tudományos kutatásokat fogják ismertetni és megvitatni. A hatalmas – több mint 16 téma pontot tartalmazó – program szerint a konferencia jelentősége túlmegy az aránylag szerényen hangzó cím alapján sejtethetőnél, és a megvitatandó problémák igen általános érdekűek lesznek.

A szervező bizottság írásbeli kérésre szívesen szolgál részletesebb felvilágosítással. A levelek a következő címekre küldhetők:

Assoc. Prof. Dr. H. Soysal, vagy Assoc. Prof. Dr. Mete Isikara, Istanbul Universitesi, Jeofizik Kürsüsü, Fen Fakültesi, Istanbul – Turkey, vagy pedig: Prof. Dr. Andreas Vogel, Chairman, Working Group „Geodynamic Techniques”, European Seismological Commission, Institut für Geophysikalische Wissenschaften, Freie Universität Berlin, Rheinbabenallee 39, D–1000 Berlin 33
Előadásokat a megadott címenek 1979. szeptember 30-ig lehet bejelenteni.

T. G.

Bányabeli geoelektromos mérések felhasználása a bányamérnöki gyakorlatban

EGERSZEGI PÁL*

A tanulmány foglalkozik az ún. telepszondázás néhány értelmezési problémájával, elsősorban a zavarok kiküszöbölésével és a „normál”-térre számított elméleti görbe meghatározásával kapcsolatban. Megvizsgálja a mérések irányíthatóságának feltételeit, illetve megadja az ún. „kompenzáló áramkörös” módszer elméleti alapjait. Ez a módszer homogén fedő és fekvő esetben kikompenzálja az így kialakuló „normál” teret, valamint kiemeli a széntelepben jelentkező inhomogenitások hatását.

A különböző bányavágatban használható elrendezések vizsgálatánál összehasonlítja a két- és négy-elektrodás elrendezés információ tartalmát adott bányabeli modell esetében. A legmegfelelőbb elrendezés mindig függ a rétegek fajlagos ellenállásától.

Работа занимается некоторыми проблемами интерпретации так называемого пластового зондирования, в первую очередь исключением помех и определением теоретической кривой, рассчитанной на «нормальное» поле. Исследует условия направленности измерений, а также дает теоретические основы метода так называемых «Компенсирующих токовых контуров». Этот метод в случае однородной подошвы и кровли выкомпенсирует образующееся таким образом «нормальное» поле, а также выделяет влияние неоднородностей, проявляющихся в угольных пластах.

При исследовании установок, используемых в шахтных штреках, сравнивает содержание информации двух и четырех электродных вариантов в случае заданной модели шахты. Самое благоприятное расположение всегда зависит от удельного сопротивления пластов.

The paper deals with a few interpretation problems of the so called „bed-sounding” first of all in connection with the elimination of disturbances and the determination of the theoretical curve reduced to „normal” field. Conditions of directibility of the measurements have been investigated, respectively theoretical bases of the so called „compensational circuit — method” given. This method compensates in case of a homogeneous hanging and underlying rock — for the so formed „normal” field, as well as it emphasizes the effect of inhomogenities presenting themselves within the coal bed.

In the frame of examination of arrangements to be used in various mine shafts the information content of two- and four - electrode-arrangements has been compared for a given mine model. The most suitable model depends always on the resistivity of the layers.

Több évtizede foglalkoztatja már a bányamérnököket, geofizikusokat és geológusokat az a probléma, hogy bányatérsgben végzett geoelektromos és elektromágneses mérések eredményeit felhasználják a művelési és bányabiztonsági problémák megoldására. Az első kísérleti bányabeli méréseket a Soproni Geodéziai és Geofizikai Munkaközösség végezte szénbányákban rádiófrekvenciás módszerrel karsztvíz-probléma megoldása céljából. Ezek a mérések kísérleti szinten abbamaradtak. Ugyancsak úttörőnek tekinthető a Mecseki Szénbányák Kutatási Osztályának mérései a pécsi szénbányákban az 1950-es évek második felében [1]. A geoelektromos szondázásokat csak kvalitatíve, a tapasztalatok felhasználásával értelmezték. A Mecseki Ércbánya Vállalat már kiterjedtebben és nagyobb elméleti felkészültséggel végzett geoelektromos szondázást, szelvényezést és rádiófrekvenciás mérést ércbányákban [2]. Az első, speciálisan szénbányában végzett geoelektromos szondázás, az ún. „telepszondázás” elméleti és gyakorlati alapjait a Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszéke rakta le az 1970-es évek elején [3, 4]. Bauxitbányákban az ELGI és a MÉV vég-

* Borsodi Szénbányák, Miskolc

zett kísérleti geoelektromos szondázást és szelvényezést [5], melynek továbbfejlesztése szükséges lenne az elkövetkező években.

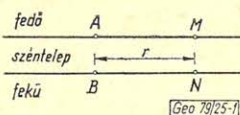
Jelenleg a Borsodi Szénbányák Geofizikai Csoportja rendszeresen alkalmazza szénbányáiban a telepszondázás módszerét tektonikai vonalak kimutatására, míg a Mecseki Érbánya Vállalat uránércbányában és rézércbányában végez rendszeres geoelektromos méréseket.

E rövid történeti áttekintés után nézzük meg, milyen bányászati feladatok megoldására használhatjuk a geoelektromos szondázást és szelvényezést.

1. tektonikai zavarok kimutatása;
2. vágat alatti és feletti védőréteg, illetve haszonanyag vastagságának meghatározása;
3. főte repedezettségének, ércartalmú kőzet inhomogenitásának vizsgálata, egyéb feladatok.

Tektonikai zavarok kimutatása

Széntelepben jelentkező tektonikai zavarok kimutatására a NME Geofizikai Tanszéke dolgozta ki az ún. „telepszondázás” módszerét, mely egy – az 1. ábra szerinti elrendezésű – ekvatoriális dipólszondázás, ahol ΔU és i ismeretében lát-szólágos ellenállásgörbét vesznek fel (2. ábra). A mérés célja: szondázási görbe anomális viselkedéséből meghatározni a tektonikai zavar hatását. Erről a módszerről több tanulmány jelent meg az utóbbi években [3].



1. ábra. Telepszondázás elektróda-elrendezése; A B tápdipól, M N mérődipól

Рис. 1. Расположение электродов пластового зондирования A B питающий диполь MN измерительный диполь

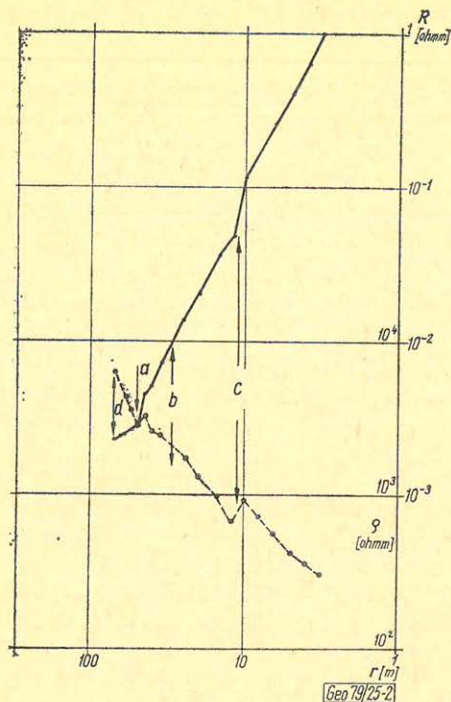
Fig. 1. Electrode-arrangement of bed-sounding; A B feeding dipole, M N measuring dipole

Jelen tanulmány a mérések korrigálásának lehetőségével, a mérésből származó információk egyértelműbbé tételével és az értelmezés alapját szolgáló paraméterek meghatározásának kérdéseivel foglalkozik.

Ahhoz, hogy egy mesterségesen létrehozott elektromos térnek meghatározhassuk a tektonikai zavarok által létrehozott anomáliáit, a mért értékeket meg kell szabadítani az egyéb zavarok hatásaitól és meg kell határozni egy olyan „normál” térben mérhető értéksort, ahol a fajlagos ellenállás csak vertikális irányban változik.

Zavaró hatások:

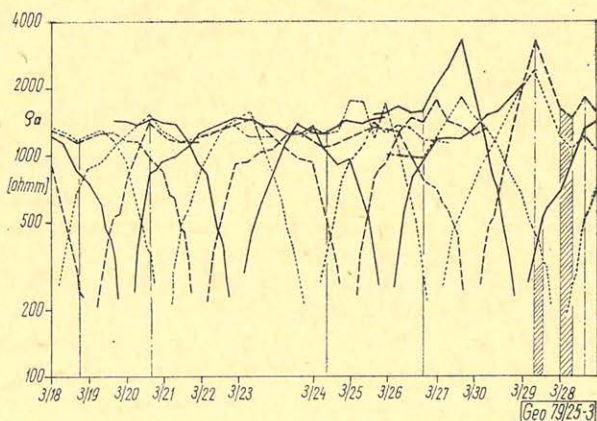
- a) a fajlagos ellenállás horizontális irányú változása a vágaton belül,
 - b) horizontális fajlagos ellenállás-változás vágaton kívül,
 - c) geometriai hatás,
 - d) a vágaton kívüli műveletek hatása.
- a) Szelvényben mért több geoelektromos szondázás esetében az azonos tápdipól-állásnál jelentkező ugrásszerű fajlagos ellenállásváltozások lehetővé teszik a tápelektrodák közelében fellépő helyi horizontális fajla-



2. ábra. Telepszondázási görbe a) oldalhatás, b) ágyazókőzet inhomogenitásának hatása, c) fülke hatása, d) vágaton kívüli műveletek hatása

Рис. 2. Кривая пластового зондирования a – боковое влияние, b – влияние неоднородности включающих пород c – влияние камеры, d – влияние процессов вне штрека

Fig. 2. Bed-sounding curve a) lateral effect, b) effect of inhomogeneity of embedding, c) effect of chamber, d) effect of works outside of the drift



3. ábra. Oldalhatás meghatározása

Рис. 3. Определение бокового влияния

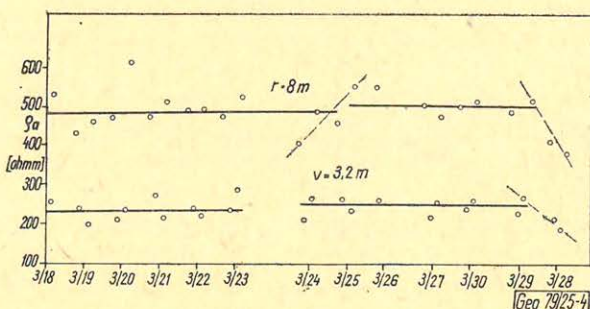
Fig. 3. Determination of the lateral effect

gos ellenállásváltozások kimutatását [6]. A határ meghatározásához szemilogaritmusos léptékben hordjuk fel a szondázási görbéket (3. ábra). A mért értékek abszcisszája mindig a táp-dipól helye a vágatban. Vágatot keresztező vető esetében nagyon karakterisztikus ez a hatás: egy

relatív minimummal és egy relatív maximummal jelentkeznek (3. ábra 3/28 pont környéke).

- b) Külön vizsgáljuk a szénrétegen és külön az ágyazó rétegen belüli horizontális fajlagos ellenállás-változást. Adott szénréteg-vastagság esetében van egy r terítési távolság a dipól-szondázásnál, ahol az ágyazó rétegek hatása elhanyagolható [4]. Mérési példánknál ez az $r = 8$ m terítési távolságnak felel meg. Ha a vágat mentén megvizsgáljuk az $r = 8$ m terítési távolsághoz tartozó fajlagos ellenállásértékek állandóságát, akkor tudunk következtetni a szénréteg horizontális irányú fajlagos ellenállás-változására.

Ágyazó réteg esetében a legkisebb terítési távolsággal mért látszólagos fajlagos ellenállás értékeket kell vizsgálni [4], ami esetünkben $r = 3,2$ m. A 4. ábrán láthatók a 3. ábra vágatszelvényében felhordozott értékek. A 3/28 pont közelében határozottan jelentkezik ismét a vágatot keresztező vető hatása.



4. ábra. Fajlagos ellenállás-szelvény $r = 3,2$ és 8 m-nél

Рис. 4. Диаграмма удельного сопротивления $r = 3,2$ и 8 м

Fig. 4. Resistivity profile for $r = 3,2$ and 8 m

- c) Geometriai hatáson a vágat méretváltozásából keletkező hatást értjük. A mérési jegyzőkönyvben rögzítésre kerülnek azok a pontok, melyeknél a vágat kiszélesedik, így a mért görbén jól azonosíthatók. A vágat oldalában kiképzett fülke jellegzetes hatással jelentkezik (2. ábra.)
- d) A vágaton kívüli műveletek hatása a 2. ábrán látható.

Az a), c) és d) hatások korrekciója úgy történik, hogy a mért görbének ezt a szakaszát ki kell hagyni és a tektonikai zavarok meghatározásánál nem szabad figyelembe venni.

A b) hatás korrekciója úgy történik, hogy a nagyon elütő értékhez tartozó ponton mért görbéket (pl. 3/28) a kiértékelésnél egyedileg kell kezelni, illetve mindig csak a kismértékben ingadozó értékű pontokon mért görbéket (pl. 3/18 – 3/23 és 3/25 – 3/29) lehet közösen, egymáshoz viszonyítva kiértékelni.

A tektonikai zavarok által létrehozott anomáliák meghatározásához szükség van az ún. „normál tér”-ben mérhető elméleti fajlagos ellenállásgörbére. Az elméleti görbe kiválasztásához szükség van a szénréteg és az ágyazó réteg valódi fajlagos ellenállás értékére. A szén valódi fajlagos ellenállásának meghatározása a legnehezebb feladat. Az ún. „vágatszondázással” (a széntelep fekü- és fedővonalában mért Schlumberger terítésű szondázás) csak közelítőleg, a szén fajlagos ellenállásának egy alsó határát lehet meghatározni [7]. Kézenfekvő lenne, hogy karotázs szelvényből határozzuk meg a szén valódi fajlagos ellenállását, de a kutatófúrásokban felvett ellenállás-szelvények erre nem adnak módot, mivel a szerves éghetőhöz kötött víz fajlagos ellenállása igen nagy [8], viszont a fúrás által szétroncsolt szénrétegbe behatoló iszap nagymértékben lecsökkenti a fajlagos ellenállást. Irányított áramterű és nagy behatolású szondával felvett fajlagos ellenállásgörbéből lehetne csak meghatározni ezt az értéket, de ilyen mérés nem áll rendelkezésre. Egyetlen lehetőségnek a vágatból mélyített fúrólyukban végzett jó kontaktussal rendelkező konduktív, vagy induktív szondával üres lyukban mért fajlagos ellenállás. Ez viszont műszertechnikailag még nem megoldott kérdés.

Az ágyazó rétegek valódi fajlagos ellenállásának meghatározása vágatszondázásból lehetséges, ha ehhez megfelelő elméleti görbék állnak rendelkezésre [4, 7, 9].

A meghatározott fajlagos ellenállások és vastagságok ismeretében az elméleti görbe számítható, illetve egy görbeseregéből kiválasztható arra a mérési területre, ahol az $r = 3,2$ m és $r = 8$ m terítési hosszal mért értékek csak kisebb ingadozást mutatnak.

Az értelmezésnél felmerül az a kérdés is, hogy a NME Geofizikai Tanszéke által ajánlott ellenállásértékeket [3], vagy a konfigurációs faktoral beszorított ellenállásértékeket, azaz a fajlagos ellenállásértékeket hordjuk-e fel? A 2. ábrán mindkét görbe látható. Egy görbe anomális lefutásánál annál megbízhatóbb a rendellenességek kijelölése és meghatározása, minél közelebb áll a görbe a vízszintes egyeneshez. Ez a feltétel inkább teljesül a fajlagos ellenállásgörbénél. A másik szempont, hogy az elméleti görbeseregek számításánál a kétszeres logaritmikus lépték miatt csökken a szükséges görbék száma, ha hányadosokkal dolgozunk: ρ_a/ρ_1 és r/b (ahol ρ_1 a szénréteg fajlagos ellenállása és b a szénréteg vastagsága). Ellenállásnál ezek a hányadosok nem képezhetők és így minden esetben külön elméleti görbét kell számítani.

Az értelmezést pontonként vagy területegységenként lehet elvégezni, de mindegyiknél egy ún. zavarmentes görbe a viszonyító érték. A zavarmentes görbe a paraméterek ismeretében számított elméleti görbe vagy zavarmentes területen mért görbe. Ha zavarmentes görbe nem áll rendelkezésre, akkor arra a mérési területre, ahol $r = 3,2$ és $r = 8$ m terítési távolsággal kis ingadozást kaptunk, átlaggörbét számítunk. Ezekhez a „zavarmentes görbékhez” viszonyítjuk a mért görbék menetét, miután az egyéb zavaró hatásokat már kiküszöböltük.

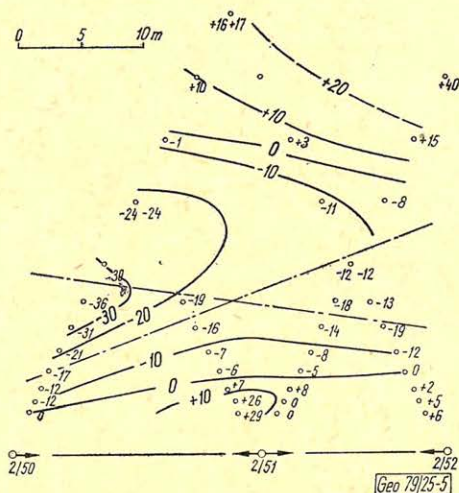
Területi értelmezésnél mérési pontonként számítjuk a zavarmentes görbétől való százalékos eltérést és ezeket az értékeket [4]-ben javasolt átlós hálózatban hordjuk fel (5. ábra).

Az információk irányítottsága.

Az áramtérnek teljes térben való eloszlása miatt az információk iránya bizonytalan a telepszondázásnál, Ilyen problémák megoldására fejlesztette ki a

Felmerül a kérdés: lehetséges-e hasonló módszerrel, két áramkörrel az információ irányának egyértelműbbé tétele. Erre szolgál az ún. „kompenzáló áramkörös” szondázás (6. ábra) [11].

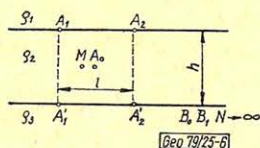
A tengelyvonalba elhelyezkedő MA_0 kételektrodás elrendezésnél a potenciál érték M pontban (a kompenzáló áramkörtől eltekintve)



5. ábra. Telepszondázások területi kiértékelése

Рис. 5. Площадная интерпретация пластового зондирования

Fig. 5. Areal evaluation of bed soundings



6. ábra. Kompenzáló áramkörös szondázás elektróda-elrendezése

A_0 , B_0 tápelektrodák, M N mérőelektrodák, A_1 , A'_1 , A_2 , A'_2 , B_1 kompenzáló elektrodák

Рис. 6. Расположение электродов при зондировании с компенсирующим токовым контуром A_0B_0 питающие электроды, MN измерительные электроды $A_1A'_1 A'_2 A_2 B_1$ компенсирующие электроды

Fig. 6. Electrode-arrangement for "compensation-circuit soundings"

A_0 , B_0 feeding electrodes, M , N measuring electrodes, A_1 , A'_1 , A_2 , A'_2 , B_1 compensation electrodes

$$\begin{aligned}
U_{Mi} &= U_{Mh} + U_{MA} = \\
&= U_{Mh} + \frac{\varrho_2 I_0}{2\pi A_0 M} \left\{ (k_{12} k_{32}) \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{12} k_{32})^n}{\left[\left(\frac{4n+2}{u} \right)^2 + 1 \right]^{1/2}} + \right. \\
&\quad \left. + 2k_{12} k_{32} \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{12} k_{32})^n}{\left[\left(\frac{4n+4}{u} \right)^2 + 1 \right]^{1/2}} \right\}, \quad (1)
\end{aligned}$$

ahol $u = \frac{2A_0 M}{h}$ és

U_{MA} az ágyazó réteg által okozott potenciál-változás.

A kompenzáló áramkörrel U_{MA} -val megegyező értékű, de ellentétes előjelű potenciált kell létrehozni.

$$\begin{aligned}
U_{MK} &= \frac{\varrho_2 I_0}{2\pi A_0 M} y \left\{ \left[1 + k_{12} + \frac{\varrho_1}{\varrho_3} (1 + k_{32}) \right] \left[\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{12} k_{32})^n}{\left[\left(\frac{4n+1}{u} \right)^2 + 4 \right]^{1/2}} + \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{12} k_{32})^n}{\left[\left(\frac{4n+1}{u} \right)^2 + 16 \right]^{1/2}} \right] + \left(k_{32}(1 + k_{12}) + \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \frac{\varrho_1}{\varrho_3} (1 + k_{32}) \right) \left[\sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{12} k_{32})^n}{\left[\left(\frac{4n+3}{u} \right)^2 + 4 \right]^{1/2}} + \sum_{n=0}^{\infty} \frac{(k_{12} k_{32})^n}{\left[\left(\frac{4n+3}{u} \right)^2 + 16 \right]^{1/2}} \right] \right\} \quad (2)
\end{aligned}$$

ahol $y = \frac{I_1}{I_0}$ és $\frac{I_1}{I_3} = \frac{\varrho_3}{\varrho_1}$.

Ha $U_{MA} = -U_{MK}$, (3)

a mért potenciál (U_{Mm}) egyenlő a homogén térre vonatkozó potenciállal

$$U_{Mm} = U_{Mh} + U_{MA} - U_{MK}$$

A (3) feltételből y kifejezhető.

U_{MK} mindig pozitív, y előjelét U_{MA} előjele dönti el.

y pozitív, ha k_{12} és k_{32} negatív, ami a széntelep esete.

Vizsgáljuk meg ennek a módszernek gyakorlati alkalmazási lehetőségét:

$\frac{1}{3}$ -nál, azaz, amikor a szénréteg vastagsága megegyezik a kompenzáló dipólok távolságával

$$h = l_1 + l_2 = 6 \text{ AM}_0$$

U_{mi} változását k függvényében a 7. ábra szemlélteti. Borsodi Szénbányánál k értéke $-0,7$ és $-0,9$ között változik. A 7. ábrán láthatjuk, hogy ezen intervallu-

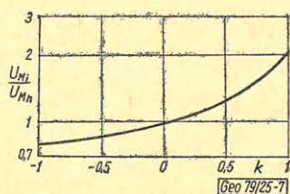
mon belül kicsi U_{Mi} változása, és így nem követünk el nagy hibát, ha $k = -0,8$ -del számolunk. Ebben az esetben $\left(u = \frac{1}{3} \text{ és } k = -0,8\right)$

$$\frac{U_{Mi}}{U_{mh}} = 0,81$$

A mérés kezdetén tehát $u = \frac{1}{3}$ feltételt biztosítva először mérjük U_{Mi} -t, majd a kompenzáló áramot addig növeljük, míg U_{Mi} -nek 1,24-szeresét kapjuk.

Az így meghatározott I_1 -t I_0 -val, a mérőárammal osztva kapjuk $u = \frac{1}{3}$ -ra vonatkozó y -t. A (3) feltétel alapján y relatív értéke számítható más u értékekre is, ha az $u = \frac{1}{3}$ -ra vonatkozó y -t egységnek vesszük.

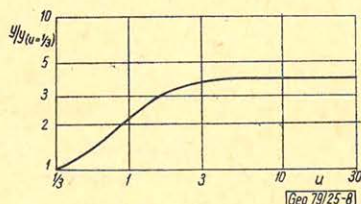
$k_{12} = k_{32}$ esetében $y/y \left(u = \frac{1}{3}\right)$ értéke függetlennek vehető k értékétől $k = -0,7$ és $k = -0,9$ között. Ekkor y változása u függvényében a 8. ábrán látható.



7. ábra. Inhomogén térben mért potenciál (U_{Mi}) az ellenállás-kontraszt (k) függvényében

Рис. 7. Потенциал измеренный в неоднородном поле (U_{Mi}) в зависимости от контраста сопротивлений (k)

Fig. 7. Potential (U_{Mi}) measured in inhomogeneous field as function of resistivity-contrast (k)



8. ábra. Kompenzáló- és mérőáram hányados (y) a terítési távolság (u) függvényében

Рис. 8. Отношение компенсирующего и измерительного тока (y) в зависимости от расстояния настиления (u)

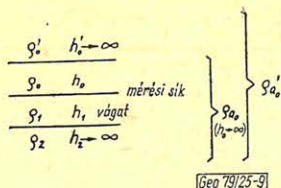
Fig. 8. Ratio of compensation- and measuring-current (y) as function of the spreading distance (u)

A módszer használható vágatszondázás esetében is, a fekü és a fedő fajlagos ellenállásának meghatározására.

Vágat alatti és feletti védőréteg, illetve haszonanyag vastagságának meghatározása

A jellemző általános geoelektromos modellt a 9. ábra szemlélteti. ρ'_0 fajlagos ellenállású réteg hatását vizsgáljuk tulajdonképpen a mesterségesen létrehozott elektromos térre, függetlenül attól, hogy az főte feletti, vagy fekü alatti víztároló homokkő, vagy haszonanyag alatti nagy ellenállású geoelektromos alaphegység.

A feladat megoldására a vágat tengelyében geoelektromos szondázást vagy szelvényezést végzünk.



9. ábra. Geoelektromos rétegmodell

Рис. 9. Геоэлектрическая модель пласта

Fig. 9. Geoelectric layer model

Vizsgáljuk meg két- és négyelektrodás elrendezés esetén a vágatban mért szondázási görbe lefutását két esetre, melyből az egyik a széntelep alatti vagy feletti víztároló közet, míg a másik bauxit alatti alaphegység esete.

„Szén” esete (10. ábra) [12]:

$$h_0 = 4h_1; \quad \rho_1 = 18\rho_0; \quad \rho_2 = 0,6\rho_0; \quad \rho'_0 = \frac{17}{3}\rho_0$$

10/a ábra a négyelektrodás elrendezésre, míg a 10/b ábra a kételektrodás elrendezésre számolt görbe.

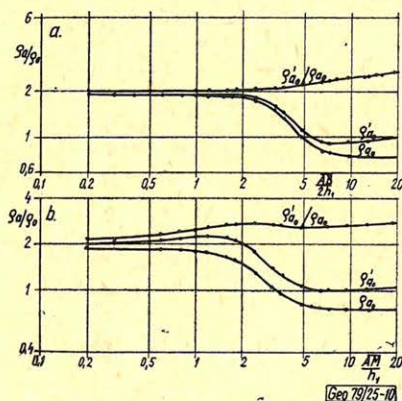
A ρ'_a görbe számítását kétszer két rétegre bontva végeztük el a mérési síkra vonatkoztatva és eltekintettünk a két kétréteges modell egymásrahatásától. Közelítő eljárással így – az árameloszlásnak megfelelően – a következő összefüggéssel kapjuk ρ'_a értékét

$$\rho'_a \sim 2\rho'_a \frac{\rho}{\rho'_a + \rho_a}$$

A 10. ábrából láthatjuk, hogy a kételektrodás elrendezés érzékeli csak kisebb terítéseknél a ρ'_0 fajlagos ellenállású réteg hatását.

„Bauxit” esete (11. ábra):

$$\rho_0 = \rho_1 = \rho_2; \quad \rho'_0 = 9\rho_0$$



10. ábra. Két- és négyelektrodás szondázási görbe „szén” esetére

$$h_0/h_1 = 4; \quad \rho_2/\rho_0 = 0,6; \quad \rho_1/\rho_0 = 18; \quad \rho'_0/\rho_0 = 17/3$$

Рис. 10. Кривые двух и четырех электродного зондирования для случая «уголь»

$$h_0/h_1 = 4, \quad \rho_2/\rho_0 = 0,6, \quad \rho_1/\rho_0 = 18, \quad \rho'_0/\rho_0 = 17/3$$

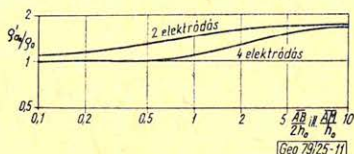
Fig. 10. Two- and four-electrode sounding curve for the case of „coal”

$$h_0/h_1 = 4; \quad \rho_2/\rho_0 = 0,6; \quad \rho_1/\rho_0 = 18; \quad \rho'_0/\rho_0 = 17/3$$

A kételektródás elrendezésnél kisebb terítési távolságnál jelentkezik már a nagy ellenállású alaphegység hatása, viszont a négyelektródásnál meredekebb a görbe emelkedése, ami jobb felbontóképességet biztosít. Meggondolandó azonban, hogy a két görbe együttes értelmezése nem célravezetőbb-e?

Meg kell jegyeznünk, hogy a ϱ'_0 görbe számításánál feltételeztük, hogy a fedőben végtelen vastag haszonanyag van ($h_2 \rightarrow \infty$). Amennyiben a terítési távolsággal megegyező távolságon belül ugrásszerűen megváltozik ϱ_2 értéke, akkor a görbék számításánál azt is figyelembe kell venni.

Mind a 10., mind a 11. ábra görbéinek számításánál eltekintettünk az ún. „vágathatás”-tól. Az értékeket mindig teljes térre vonatkoztatva számoltuk.



11. ábra. Két- és négyelektródás szondázási görbe „bauxit” esetére

$$\varrho_0 = \varrho_1 = \varrho_2; \varrho'_0 = 9\varrho_0$$

Рис. 11. Кривая двух и четырехэлектродного зондирования для случая «боксит»

$$\varrho_0 = \varrho_1 = \varrho_2; \varrho'_0 = 9\varrho_0$$

Fig. 11. Two-and four-electrode-sounding curve for „bauxite”

$$\varrho_0 = \varrho_1 = \varrho_2; \varrho'_0 = 9\varrho_0$$

A vizsgálatok azt mutatják, hogy a feladatot úgy oldhatjuk meg, ha egy vágat mentén néhány ponton két- és négyelektródás elrendezéssel vagy „kompenzáló áramkörös” elrendezéssel szondázunk és a szondázási pontok között két- és háromelektródás elrendezéssel szelvényezünk [5].

Főte repedezettségének, érc tartalmú kőzet inhomogenitásának vizsgálata, egyéb feladatok

A főtét alkotó kőzet fajlagos ellenállása függ a kőzet ásványos összetételétől, a kőzet szerkezeti felépítésétől, a kőzet pórus-szerkezetétől és repedezettségétől, a kőzet víztartalmának fokától és a víz ásványtartalmától, az adott kőzetben előforduló nyomástól és hőmérséklettől.

Ha a kőzet a mérési síkkal párhuzamosan rétegzett, akkor a vágat feletti térrészben a nyomás, hőmérséklet és repedezettség változásától függ a szelvény mentén mért látszólagos fajlagos ellenállás. A három paraméter közül a repedezettség változása van legnagyobb hatással a fajlagos ellenállás változására, ami mellett a nyomás és hőmérséklet hatása elhanyagolható. Így a geoelektromos szelvényezés felhasználható a főte repedezettségének kimutatására [2a].

A „General Zawadzki” kőszénbányában négyelektródás elrendezéssel végeztek geoelektromos szelvényezést a főte repedezettségének vizsgálatára [13]. A terítési távolság változtatásával – a behatolás változása miatt – függőleges irányban is vizsgálhatjuk a repedezettség változását. Nem szabad azonban figyelmen kívül hagyni azt a tényt, hogy a terítési távolság növelésével a fekü hatása is fokozott mértékben jelentkezik.

Olyan kőzetekben, melyek közelítőleg homogénnek tekinthetők és az inhomogenitások ércdúsulással vagy tektonikai zavarokkal hozhatók kapcsolatba (urán- és rézércbánya esete), a vágatokban végzett geoelektromos szelvényezés és szondázás felhasználható ezeknek az inhomogenitásoknak a kimutatására [2].

Egyéb műszaki feladatok megoldásai közül gyakorlatban már bevált az elferdült fúrólukak helyének meghatározása elektromos és elektromágneses módszerrel [14]. Az elektromos módszernél egy pontelektróda elektromos terét, míg az elektromágneses módszernél egy hangfrekvenciás árammal táplált tekercs mágneses terét kell kimérni. Az elektromágneses módszer előnye, hogy vektormennyiségeket mérve a vágat szintje feletti fúróluktalp is meghatározható, míg az elektromos módszer csak akkor ad jól értelmezhető mérési eredményt, ha a pontelektróda a vágat talpa és teteje között helyezkedik el.

Összefoglalóan elmondhatjuk, hogy a bányabeli geoelektromos mérések igen sokrétű, változatos műszaki feladat megoldására alkalmasak, csak arra kell ügyelni, hogy a bányageológiai feltételeknek legmegfelelőbb módszert és elrendezést válasszuk ki. Természetesen a cikkben vázolt módszerek mindegyike további fejlesztésre tökéletesítésre szorul, amihez nagy számú bányabeli mérési eredményre van szükség. Ez csak akkor érhető el, ha bányáink műszeresen jól felszerelt és szakemberekkel ellátott geofizikai csoportokat hoznak létre.

IRODALOM

- [1] *Masszi D.*: Egyes bányaművelési problémák geofizikai megoldásának lehetőségei a szénbányászatban. Magyar Geofizika 3. évf. 3–4. sz. p. 202–209. (1962.)
- [2] *Szabó J. – Baranyi I.*: Az egyenáramú és alacsony frekvenciás váltakozó áramú kutatási módszerek föld alatti alkalmazhatóságáról. Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat 99. évf. 2. sz. p. 108–112. (1966.)
- Szabó J. – Baranyi I. – Dutkó A.*: A föld alatti geoelektromos ellenállásmérések modellkísérleteinek újabb eredményei. Magyar Geofizika 8. évf. 4. sz. p. 150–157. (1967.)
- [2a] *Szabó J. – Tirkala F. – Virágh P. – Buzási L.*: Bányabeli geoelektromos vizsgálatok. Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat. 103. évf. 8. sz. p. 551–554. (1970.)
- [3] *Csókás J.*: Detection of Tectonic Disturbances Associated with a Coal Bed by Geoelectrical Measurements in Mine Drifts. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 9. (1–2) p. 111–119. (1974.)
- [4] *Csókás J.*: Feltáró és fejtéselőkészítő vágatokból tektonikai zavarok kimutatása geofizikai módszerekkel. Zárójelentés. Nehézipari Műszaki Egyetem Geofizikai Tanszék. (1976. április)
- [5] *Kakas K. – Nyerges L. – Szabó J.*: A bányavágatok alatti bauxitfekű kutatása geoelektromos mérésekkel. Bányászati és Kohászati Lapok. Bányászat. 108. évf. 8. sz. p. 545–547. (1975.)
- [6] *Egerszegi P. – Steiner F.*: Methode zur schnellen Bestimmung der Lage vertikaler Wiederstandskontrastflächen. Acta Geodaet., Geophys. et Montanist. Acad. Sci. Hung. Tomus 3 (1–2) p. 106–111. (1968.)
- [7] *Egerszegi P.*: Bányabeli geoelektromos mérések értékelése a Tervtárón végzett telepszondázások feldolgozása és értelmezése alapján. Kézirat. Borsodi Szénbányák, Miskolc. (1978.)
- [8] *Egerszegi P.*: Szénkarotázs információs anyagának bányabeli célra történő feldolgozása. Magyar Geofizika (megjelenés alatt).
- [9] *Törös E.*: Vágatszondázások végzése és kiértékelése a geoelektromos telepszondázás paramétereinek meghatározása céljából. Diplomaterv. Miskolc, 1979.
- [10] *Csókás J.*: A Focused-field Geoelectrical Method. Acta Technica Tom. 43. Fasc. 3–4. (1963.)
- [11] *Egerszegi P.*: Kompenzáló áramkörös telepszondázás módszere. Kézirat. Borsodi Szénbányák. 1978. jan.
- [12] *Egerszegi P.*: Fedő vizsgálat (elsősorban vízvédelmi szempontból) geoelektromos módszerrel. Kézirat. Borsodi Szénbányák (1978.)
- [13] *Goszcz A.*: Pęknica w stropie zasadniczym w świetle badań geofizycznych. Przegląd Górniczy. Vol. 33. Nr. 9. p. 397–402. (1977.)
- [14] *Csókás J. – Takács E.*: Elferdült fúrólukak helyének meghatározása bányatérsegekben. NME Közleményei. 1. rovat, Bányászat, 23 (1976.) p. 55–67.
- [15] *Kaspar M.*: Die Anwendung der elektromagnetischen Hochfrequenzmethode in der Bergbaugeophysik. Freiburger Forschungshefte. C 161 (1963.)

Búcsú Haáz Istvántól
(1907–1979)

1979. szeptember 28-án, életének 72. évében elhunyt dr. Haáz István.

A Magyar Geofizikusok Egyesülete nevében búcsúzom Tőle, egyesületünk tiszteleti tagjától, kedves barátunktól.

Haáz István a magyar geofizika hőskorának jellegzetes alakja volt. Majdnem 50 évig dolgozott az Eötvös Loránd Geofizikai Intézetben; eredeti végzettsége kereskedelmi iskolai matematika tanár volt, amelyet általános matematika-fizika tanári diplomával egészített ki. Munkabírása már fiatal korában is kiemelkedő. Az egyetemen minden előadást jegyzetelt és azokat gondosan meg is őrizte. A 60-as évek közepén egy szakmai beszélgetésünk közben azzal lepett meg, hogy elővette Steiner Lajos 1927-es egyetemi előadásainak, sajátos gyöngybetűvel írt, jegyzetét és idézte az előadó vagy 40 évvel ezelőtti véleményét.

Nevével először éppen sokszorosított jegyzetein találkoztam. Ortway Rudolf elméleti fizikus mechanika előadásait jegyzetelte és rendezte sajtó alá. Ezeket a jegyzeteket sok magyar fizikus generáció nevelkedett.

A Geofizikai Intézetbe 1931. október 1-én lépett és nagy potenciálméleti tudásával – melyet éppen az Ortway-jegyzetek szerkesztésekor alapozhatott meg – a mágneses és gravitációs erők vizsgálatával kezdett foglalkozni. Ezen a tudományterületen Haáz István nagyfontosságú eredményei nemzetközi érdeklődést keltettek; a tudományos irodalomban gyakran hivatkoztak rá, módszerét nemzetközi tapasztalatcsere keretében többek között a csehszlovák, kelet-német és lengyel geofizikusok is átvették és alkalmazták. Így lett a szerző a magyar erőtérfizika kimagasló egyénisége. Élete munkájával generációknak mutatott irányt az erők mérhető hatásának gyakorlati felhasználására. Sok egyéb mérési, feldolgozási és kiértékelési munka mellett ő kezdeményezte hazánk mágneses tere regionális anomáliaképeinek lemerését, és a mérési, szerkesztési és kiértékelési munkákat a kezdettől a befejezésig vezette. A rendkívül sok geofizikai-geológiai információt tartalmazó térkép ma is sok kutatás alapja. Munkásságával maradandó irányt mutatott az erőtér-geofizika művelői számára és iskolát alapított a potenciálmélet mélyebb összefüggéseinek feltárására és azok gyakorlati alkalmazására. Elért eredményeivel elnyerte a tudományok doktora fokozatot.

Egyéniségét, munkaszeretetét, munkabírást és eredményeit azonban nem lehet fokozatokba szorítva mérni. Ezek az erények megszerezték számára a magyar geofizikus társadalom osztatlan megbecsülését, szeretetét és tiszteletét. Több mint három évtizedes barátságunk alkalmat adott számomra, hogy megismerjem életfelfogását. Munkatársait segítő, irigységtől és törtetéstől mentes főnök, munkatárs és barát hagyott itt minket. Tudásánál és szorgalmánál talán csak szerénysége volt nagyobb. Nem kívánta a közszereplést és visszavonuló természete idős korára még csak fokozódott. Sok évtizedes barátságunk és együttműködésünk ellenére csak nehezen tudtam rábírni néhány találkozásra azután, hogy a sors elszólitotta a Geofizikai Intézetből. Mélyen sajnálom, hogy nem voltam erőszakosabb a találkozások javaslatánál és megszervezésénél. Bizony még sok megbeszélésre lett volna szükségem és sok hasznosat és érdekeset tudott volna mondani széleskörű tapasztalataiból a magyar geofizika és tudománytörténet számára. Sajnos ezen már nem lehet változtatni.

Kedves Pista Bátyám, befejezett, magasnívójú, példaképül szolgáló életművet hagyta ránk, mi ezt szeretettel fogjuk tovább gondolni. Szeretettel és megbecsüléssel gondolunk rád; a magyar geofizikus társadalom megőrzi emlékedet.

Isten veled.

Dr. Barta György

Gellért Tamás (1947–1979)

1979. augusztus 16-án, életének 31. évében váratlanul elhunyt *Gellért Tamás*, az OGIL kutató geofizikusa. Halálával nagyszerű szakember és igen jó kartárs távozott el körünkől és ezzel nemcsak az olajipari geofizikát, hanem az egész magyar geofizikus társadalmat nagy veszteség érte. Gellért Tamás fiatal kora ellenére máris kimagasló szerepet játszott a magyar geofizikai életben: egyesületünknek egyetemi évei óta tagja és egy idő óta a Mélyfúrási Geofizikai Szakosztály titkára volt.

Működési területe a mélyfúrási geofizikai szelvények értelmezése, ezen belül a számítógépes szelvényadatfeldolgozás fejlesztése volt. Ebben a munkakörben egyike volt azoknak, akik a TPA–70 kis számítógépre épülő KÉR (Karotázs-Értelmező Rendszer) rendszert megalkották. Nevéhez fűződik az egész feldolgozást irányító monitor létrehozása. Tevékeny részt vállalt a rezervoár-geológiai célok érdekében végzett átfogó területi értelmezésekben, elsősorban az algyői telepeken és a bonyolult szerkezetű sarkadkeresztúri tárolóban.

Tehetséges és szorgalmas szakember lényével szeretetreméltó egyéniség párosult: akik ismerték, szerették. Mint családapa is példamutató volt: felesége és két kis gyermeke gyászolja, szülei egyetlen gyermeküket veszítették el vele. Emléke élni fog a magyar geofizikusok között.

M. L.

Lapszemle

Acta Geodaetica, Geophysics et Montanistica 14. köt. 1–2. füzet, 1979. 1–321. old.

Mentes Gy.: Horizontális-inga-feljegyzések fejlesztése (angolul), 101–109. old.

Szeidovitz Gy.: Súlypottyanással keltett szeizmikus hullámok amplitúdója és sebessége (angolul), 149–154. old.

Metzger J.: M'Bour-ban (Szenegál) észlelt lassú tellurikus változások (franciául), 155–170. old.

Csomor D. – Kiss Z.: Bányabeli robbantások által keltett szeizmikus hullámok dinamikája (angolul), 171–179. old.

Lebegyev T. S. – Korcsin V. A.: Az anyagok elasztikus tulajdonságai a Föld belsejében uralkodó termobarikus viszonyok mellett, (oroszul), 181–226. old.

Márcz F.: Az ionoszférikus abszorpció kváziperiodikus változásai a napciklus folyamán beálló jellegzetes változásokkal (angolul), 227–236. old.

Aric K. – Gutdeutsch R. – Albu I. – Mituch E. – Posgay K.: Az Alpok hosszanti profilja mentén a keleti szakaszon végzett refrakciós szeizmikus mérések értelmezése (németül), 237–345. old.

Bobok E.: Kapilláris gravitációs hullámok vizsgálata vékony nem-newtoni áramló rétegben potenciálméleti módszerrel (angolul), 247–256. old.

Boldizsár T.: A geotermális energia nem-elektromos használata Magyarországon (angolul), 289–297. old.

T. G.

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Т. Бодоки — Я. Румплер — Л. Апор — П. Халмош:</i> Резонансные явления системы вибратор—грунт	201
<i>Л. Фабиянич — Е. Папп — Л. Б. Сабо:</i> Комплексное промыслово-геофизическое исследование бассейнов бурых каменных углей эоценового возраста в Венгрии	211
<i>Й. Чокаш — А. Дюлаи — Д. Молнар:</i> Составление тектонических прогнозных карт методом геоэлектрического пластового зондирования	219
<i>П. Эгерсегги:</i> Использование геоэлектрических измерений в шахтах в практике горного дела	228
Новости в овшества Венгерских Геофизиков	210, 227
Обзор журналов и книг	240

CONTENTS

<i>T. Bodoky — J. Rumpler — P. Halmos — L. Apor:</i> Resonance phenomena of the vibrator—ground system	201
<i>L. Fábiansics — J. Papp — L. B. Szabó:</i> Geophysical exploration of Hungarian eocene brown coal basins by complex well-logging methods	211
<i>J. Csókás — Á. Gyulai — D. Molnár:</i> Preparation of tectonical forecast maps by means of the bed-sounding method	219
<i>P. Egerszegi:</i> Application of geoelectric measurements carried out in mines within the mining engineering practice	228
News about the Association	210, 227
Reviews of periodicals and books	240

MAGYAR GEOFIZIKA

A szerkesztésért felelős: Dr. Sebestyén Károly

A szerkesztőség címe: Budapest VII., Anker köz 1. 1368 Telefon: 429-754

Kiadja a Lapkiadó Vállalat, Budapest, VII., Lenin körút 9—11. 1078 Telefon: 429—350.

Levélcím: Budapest. Pf. 223. 1906

Felelős kiadó: Siklósi Norbert igazgató

79.789. Állami Nyomda, Budapest. Felelős vezető: Bresztovszky Péter igazgató

Terjeszti a MAGYAR GEOFIZIKUSOK EGYESÜLETE

Egyesületi tagoknak tagdíj ellenében

Megjelenik évente hatszor

Index: 26 507

